Aus dem Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der
Philipps-Universität Marburg
Geschäftsführender Direktor
Prof. Dr. med. et Dr. med. dent. H.-J. Hering

DER PRÄVENTIVE WERT VON RÖNTGEN-UNTERSUCHUNGEN DES GEBISSES BEIM KIND UND BEIM JUGENDLICHEN AUS KIEFERORTHOPÄDISCHER SICHT UNTERSUCHUNGEN AN PANORAMA-VERGRÖSSERUNGSAUFNAHMEN VON 1000 JUGENDLICHEN PATIENTEN

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades der Zahnheilkunde
am Fachbereich Humanmedizin
der
Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von
Michael Seeland

Marburg 1979

Aus dem Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der
Philipps-Universität Marburg
Geschäftsführender Direktor
Prof. Dr. med. et Dr. med. dent. H.-J. Hering

DER PRÄVENTIVE WERT VON RÖNTGEN-UNTERSUCHUNGEN DES GEBISSES BEIM KIND UND BEIM JUGENDLICHEN AUS KIEFERORTHOPÄDISCHER SICHT UNTERSUCHUNGEN AN PANORAMA-VERGRÖSSERUNGSAUFNAHMEN VON 1000 JUGENDLICHEN PATIENTEN

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades der Zahnheilkunde
am Fachbereich Humanmedizin
der
Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von
Michael Seeland

Marburg 1979

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Angenommen vom Fachbereich Humanmedizin
der Philipps - Universität in Marburg
am 29. 6. 1979
gedruckt mit Genehmigung des Fachbereiches

Dekan: Prof. Neurath
Referent: Prof. Hennis
Correferent: Prof. Bernhardt

Inhaltsübersicht

		Seite
1.0.	Einleitung	1
1.1.	Vorwort	1
1.2.	Die präventive Zahnheilkunde beim Kind und beim Jugendlichen	2
1.3.	Die Röntgenuntersuchung des Gebisses beim Kind und beim Jugendlichen	3
1.3.1.	Die Bedeutung röntgenologischer Befunde	3
1.3.1.1.	Die Zahnunterzahl	4
1.3.1.2.	Die Zahnüberzahl	4
1.3.1.3.	Die Anomalien der Zahnentwicklung und der Hartgewebemineralisation	6
1.3.1.4.	Die enge Keimlage	9
1.3.1.5.	Die Erkrankungen im Bereich der Parodontien und des periapikalen Raumes	9
1.3.1.6.	Die Zahnkaries	11
1.3.1.7.	Die Mängel zahnärztlicher Versorgung	11
1.3.1.8.	Die Einzelbefunde	11
1.3.2.	Die Häufigkeit röntgenologischer Nebenbefunde	15
1.3.3.	Die elektronische Datenverarbeitung	16
1.4.	Die Röntgenaufnahmeverfahren	17
1.4.1.	Die Zahnfilmaufnahme	17
1.4.2.	Die Bißflügelaufnahme	20
1.4.3.	Die Aufbißaufnahme	21
1.4.4.	Die seitliche Kieferübersicht	22
1.4.5.	Die Panorama-Aufnahmetechniken	24
1.4.5.1.	Die Panorama-Vergrößerungsaufnahme	24
1.4.5.2.	Die Panorama-Schichtaufnahme	28
1.4.6.	Die Vorteile der Panorama-Übersichtsaufnahmen	32
1.4.7.	Der Strahlenschutz	34

Seite

2.0. Eigene Untersuchungen 38

2.1. Das Untersuchungsmaterial 38

2.2. Erfahrungen bei der Bildauswertung 39

2.3. Auswertungsmethode und Erfassung der Ergebnisse 41

3.0. Diskussion 61

4.0. Zusammenfassung 66

5.0. Literaturverzeichnis 68

1.0. Einleitung

1.1. Vorwort

Statistische Untersuchungen über die Häufigkeit erblicher und umweltbedingter Gebißanomalien bei Kindern und Jugendlichen ergeben eine große Zahl behandlungsbedürftiger Fälle. Eine spürbare Verbesserung dieser derzeitigen Situation erscheint nur durch rechtzeitig eingeleitete Maßnahmen der Prophylaxe und der Frühbehandlung möglich.

Die Behandlungsbedürftigkeit kann durch planvolle Reihenuntersuchungen der Kinder rechtzeitig erkannt werden. Neben der primären klinischen Untersuchung in regelmäßigen Abständen stellt dabei die röntgenologische Untersuchung eine wertvolle Möglichkeit dar, präventiv bedeutsame Informationen über den Zustand des Gebisses und über seine weitere Entwicklung zu erhalten.

In der Zahnheilkunde kennt man verschiedene, zur Übersichtsuntersuchung des Gebisses geeignete Röntgenverfahren; sie reichen vom Zahnfilm-Status über Aufbißaufnahmen und seitliche Kieferübersichten bis zu den neueren Verfahren der Panorama-Vergrößerungsaufnahmen und der Panorama-Schichtaufnahmen.

Bei Anwendung dieser Verfahren beim Kind/Jugendlichen sind verschiedene Gesichtspunkte besonders zu berücksichtigen:

- möglichst geringe somatische/genetische Strahlenbelastung;
- kindergerechte Durchführung des Aufnahmeverfahrens;
- hohe projektorische Bildqualität mit großem Informationswert;
- möglichst geringer Zeitaufwand der Einzelaufnahme;
- möglichst geringer Zeitaufwand der Einzel-Bildauswertung;
- vertretbare Kosten.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Untersuchung, anhand einer Auswertung von 1.000 Gebißübersichten mit Panorama-Vergrößerungsaufnahmen ("Panoramix"-Verfahren), die aus kieferorthopädischer Indikation angefertigt wurden, Aussagen über die Häufigkeit der für die Gebißentwicklung bedeutsamen Röntgenbefunde zu erhalten. Daraus soll sich zugleich eine Antwort ergeben, ob Röntgen-Reihenuntersuchungen des Gebisses beim Kind und beim Jugendlichen aus kieferorthopädischer Sicht sinnvoll erscheinen.

1.2. Die präventive Zahnheilkunde beim Kind und beim Jugendlichen kann dazu beitragen, den hohen Prozentsatz gravierender Gebißanomalien durch rechtzeitige Maßnahmen im Rahmen der Jugendzahnpflege und der allgemeinzahnärztlichen Versorgung in ihren Initialstadien zu erfassen, zu beeinflussen und damit eine spürbare Verbesserung der Gebißverhältnisse bei Kindern und Jugendlichen zu erreichen.
Klinische Untersuchungen von KORKHAUS[36] (1927) ergaben bei Schulanfängern zu 43 % ausgeprägte und behandlungsbedürftige Gebißanomalien. Neuere Untersuchungen verschiedener Autoren aus den 60iger Jahren zeigen, daß dieser Prozentsatz in der Nachkriegszeit nicht geringer geworden ist; so stellten EMRICH, BRODIE und BLAYNEY[6] bei 14.951 untersuchten 12 - 14jährigen Kindern zu 46,3 % Gebißanomalien fest. MILLS[43] fand bei 1.455 8 - 17jährigen Schülern zu 82,5 % Gebißanomalien.
Hier muß die präventive Zahnheilkunde heute konsequent eingreifen, um "der Zahnmedizin eine Sisyphusarbeit zu ersparen, die dem Kostenträger ungeheure finanzielle Lasten aufbürdet." (HOTZ[22])
Dazu kennt man verschiedene Maßnahmen der Prophylaxe, der Früherkennung und Frühbehandlung von Gebißanomalien:

- Beratung der Eltern mit Hinweisen auf gesunde Ernährung und frühzeitige Gewöhnung an regelmäßige Zahn- und Mundpflege;
- Überwachung des Zahnwechsels;
- Ausschaltung von Habits;
- frühzeitige Erfassung der behandlungsbedürftigen Fälle und der Patienten mit gestörter Gebißentwicklung durch planmäßige Reihenuntersuchungen.
- Die Frühbehandlung muß zu einem Zeitpunkt erfolgen, da die Anomalien noch gering ausgeprägt sind und infolge der vielfach günstigen Reaktionsweise beim jugendlichen Patienten kürzere und einfachere Behandlungsmaßnahmen erfordern, als sie bei einer Spätbehandlung erforderlich werden. (KORKHAUS[39])

Neben den klinischen Untersuchungen, wie sie auch im Rahmen der Jugendzahnpflege durchgeführt werden, ist eine röntgenologische Untersuchung für die Erfassung von Gebißanomalien von großem Nutzen. (FLEISCHER-PETERS[9, 10]; KORKHAUS[37,38])

1.3. Die Röntgenuntersuchung des Gebisses beim Kind und beim Jugendlichen wurde ebenfalls bereits früh in ihrem präventiven Wert erkannt (KORKHAUS[37], 1931). Sie kann über die eine normale Gebißentwicklung negativ beeinflussenden Veränderungen Aufschluß geben (FLEISCHER-PETERS[10]; GRABER[14]; KORKHAUS[37,38]; RUHLAND[63]; SCHMUTH und CLAR[68]; SCHOPF[69]; SETZ[71]; SONNABEND[75]; UPDEGRAVE[78]):

- Vorhandensein oder Nichtanlage einzelner Zähne und Zahngruppen;
- überzählige Zähne;
- anomale Zahn- und Wurzelformen;
- Entwicklungsstadien und Durchbruchsrichtung noch nicht durchgebrochener bleibender Zähne;
- Lagebeziehungen der Zähne zu den anatomischen Strukturen der Kiefer und des Gesichtsschädels, sowie Raumbeurteilung;
- Lagebeziehung des gesamten Kauorganes zum Schädel;
- Zustand der Zähne im Bezug auf koronale und parodontale Erkrankungen;
- Behandlungsmaßnahmen.

1.3.1. Die Bedeutung röntgenologischer Befunde für die kieferorthopädische Diagnostik, Behandlungsplanung und Behandlung selbst soll im folgenden Kapitel kurz dargestellt werden, wobei wir uns in der Systematik weitgehend an HEUSER[19] halten.

1.3.1.1. Die Zahnunterzahl (Abb. 1):
Mit den Methoden der klinischen Untersuchung allein ist nicht festzustellen, ob es sich bei einer bestehenden klinischen Zahnunterzahl im Milch-, Wechsel- oder bleibenden Gebiß um

- einen entwicklungsbedingten verspäteten Zahnwechsel,
- eine Zahnkeimverlagerung,
- eine Nichtanlage von Zahnkeimen,
- Folgen vorzeitiger Zahnverluste handelt.

Für die kieferorthopädische Behandlungsplanung (Wahl der Methode und des Zeitpunktes) ist es bedeutsam zu wissen, ob Zahnlücken erhalten bleiben sollen oder ob frühzeitig Nachbarzähne an die Stelle fehlender bleibender Zähne einzu-

ordnen sind. Klarheit kann hier nur das Röntgenbild verschaffen.

1.3.1.2. Die Zahnüberzahl (Abb. 2) tritt vor allem im oberen Frontzahngebiet, seltener in anderen Regionen des Gebisses auf. Ihre Bedeutung für die Kieferorthopädie liegt in Durchbruchsstörungen regulärer Zähne mit deren Retention oder Verlagerung. Weitere ungünstige Folgen für die normale Gebißentwicklung können sein:
- Resorption der Wurzeln bleibender Nachbarzähne,
- Engstände,
- Zysten u. a. mit Folgeerkrankungen.

Während die unter dem Begriff der Zahnüberzahl erfaßten Mesiodentes und Zwillingsbildungen vielfach bereits bei der klinischen Untersuchung feststellbar sind, ergeben sich Hinweise auf Odontoide, Odontome sowie auf Ursachen und Folgen in der Zahnreihe persistierender Milchzähne (unechte Zahnüberzahl) erst aus dem Röntgenbild. Dieses erscheint auch hier zur Früherkennung von Gebißentwicklungsstörungen und zur Behandlungsplanung unentbehrlich.

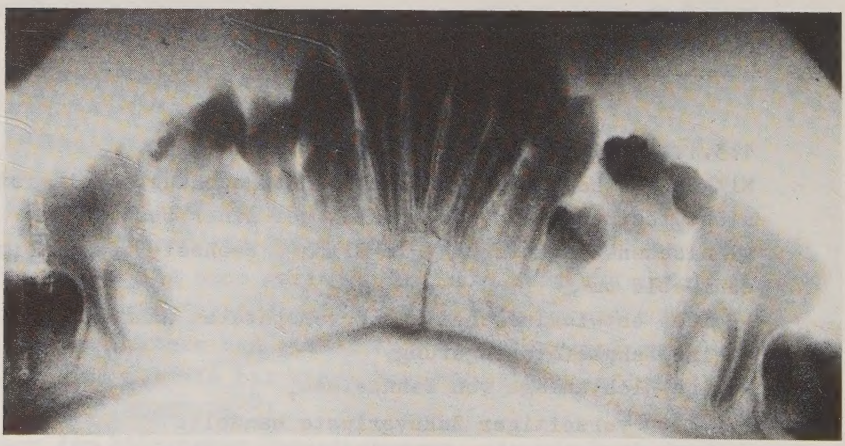


Abb. 1 Zahnunterzahl
Nichtanlage 35, 45;
Panorama-Vergrößerungsaufnahme

Abb. 2 Zahnüberzahl

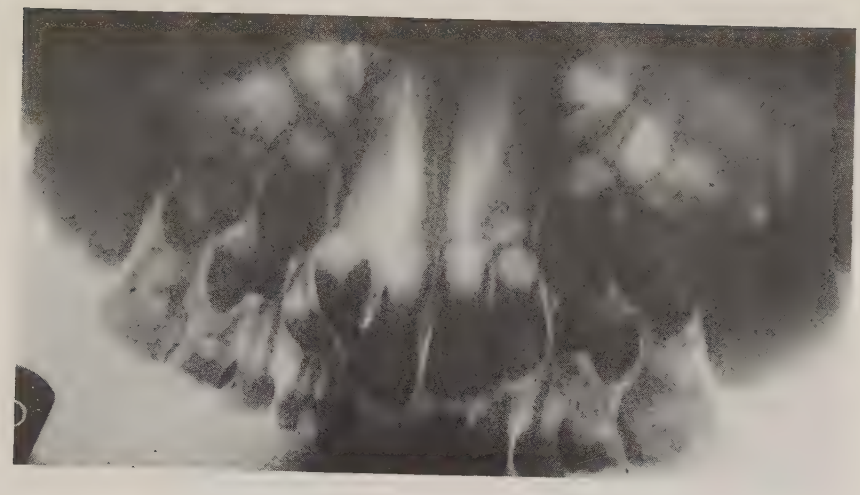


Abb. 2a Zahnkeimverlagerung 12 durch ein Odontoid bei 12;
Panorama-Vergrößerungsaufnahme

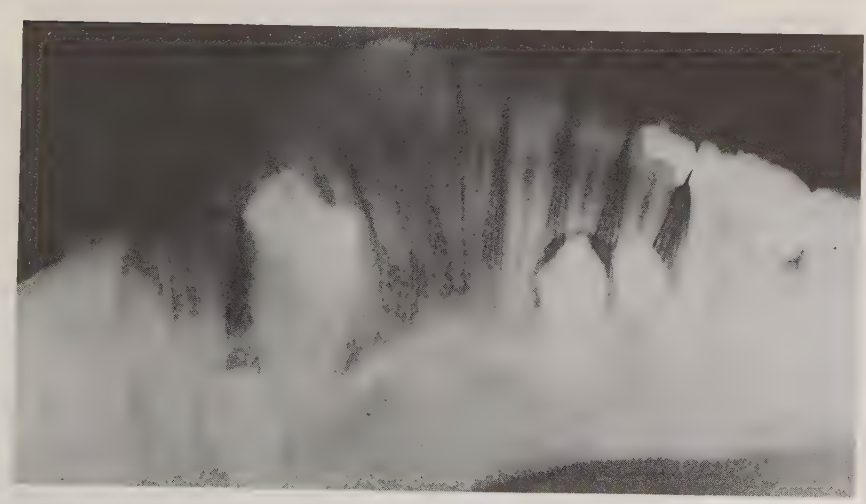


Abb. 2b Odontoide bei 35 , 34 und 44., 45 mit follikulärer
Zyste bei 44;
Panorama-Vergrößerungsaufnahme

1.3.1.3. Die Anomalien der Zahnentwicklung und der Hartgewebemineralisation (Abb. 3) umfassen verschiedene pathologische Veränderungen endogener oder exogener Ursache des sich entwickelnden Gebisses:

- Mineralisationsstörungen des noch nicht durchgebrochenen Zahnkeimes im Bereich der Wurzel oder der Krone;
- Anomalien der Wurzelzahl;
- Anomalien der Wurzelform;
- Anomalien der Kronenform;
- Anomalien der Keimentwicklung.

Die Mineralisation der Zähne ist bei ihrem Durchbruch noch nicht abgeschlossen, das Wurzelwachstum kann erst 2 bis 3 Jahre nach Durchbruch des betreffenden Zahnes als beendet angesehen werden. Da die Entwicklung des bleibenden Gebisses fast ausschließlich extrauterin stattfindet, unterliegt sie in erheblichem Umfang Umwelteinflüssen und ist vielfältigen Störungen ausgesetzt.

Zur Beurteilung der Gebißentwicklung und zur Planung kieferorthopädischer Behandlungsmaßnahmen sollte man frühzeitig wissen, ob die Entwicklung der Zahnkeime normal fortschreitet, oder ob sich Störungen oder Verzögerungen an den im Kiefer befindlichen Zahnkeimen andeuten.

Anomalien der Keimentwicklung und der Wurzeln in Zahl und Form können die Gebißentwicklung ungünstig beeinflussen sowie für den Erfolg einer später notwendigen kieferorthopädischen Behandlung entscheidend sein.

Die oberen Frontzähne sind infolge ihrer exponierten Lage besonders häufig traumatischen Einflüssen ausgesetzt (HEUSER[19]). Bei traumatischen Schäden der Frontzähne im Milchgebiß muß an Auswirkungen auf die Zahnkeime des bleibenden Gebisses gedacht werden; so kann es z. B. zu einem Sistieren des Wurzelwachstums, zu Abbiegungen der Wurzel und zu Durchbruchsstörungen mit Auswirkungen auf das gesamte Gebiß kommen.

Abb. 3 Anomalien der Zahnentwicklung und der Hartgewebemineralisation

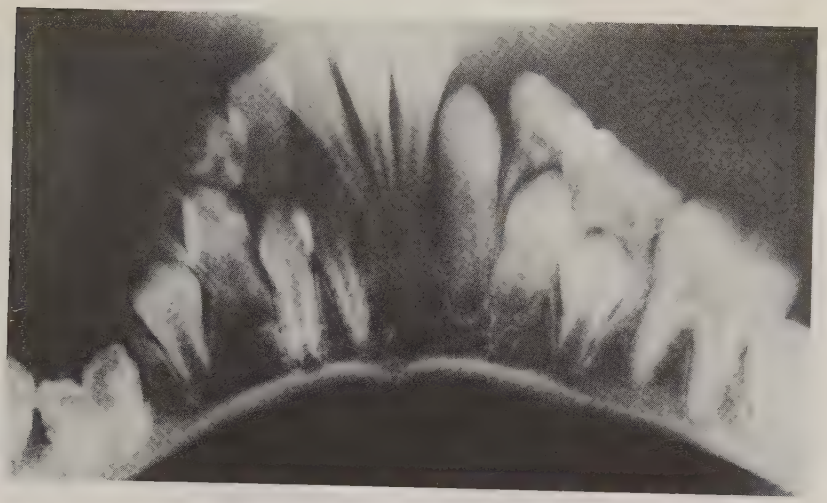


Abb. 3a Mineralisationsstörung des Keimes 36; vorzeitiger Verlust 82 mit Kippung 41 und Retention 42; Panorama-Vergrößerungsaufnahme.

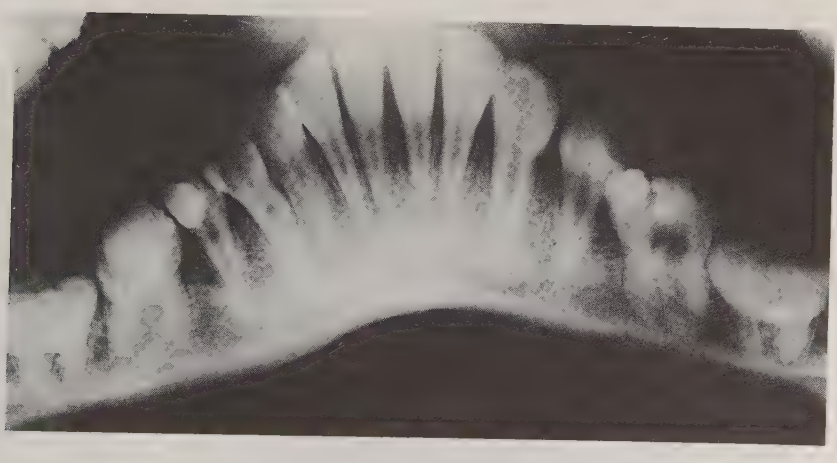


Abb. 3b Anomalie der Wurzelzahl mit 3 Wurzeln bei 36 und 46; Zahnunterzahl 35; Panorama-Vergrößerungsaufnahme.

Abb. 3c Störung der Kronenmineralisation an 13 und 11 ; Panorama-Vergrößerungsaufnahme.

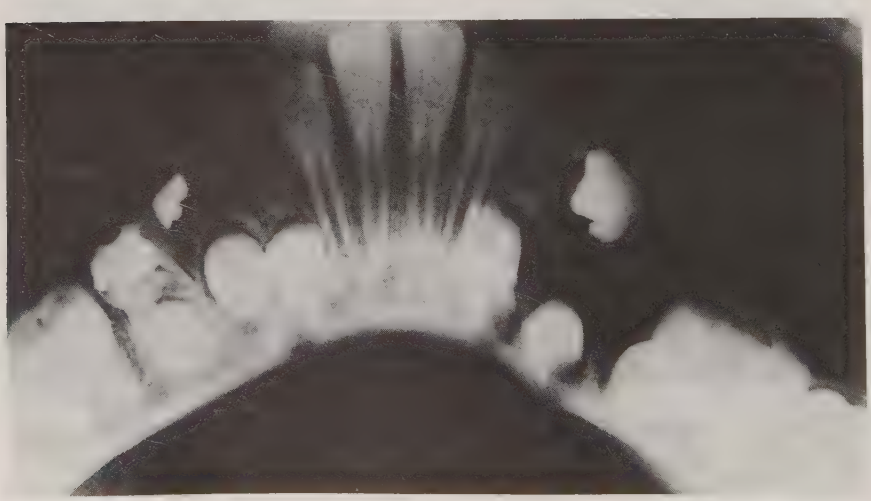


Abb. 3d Follikuläre Zyste, ausgehend von dem Zahn 34 mit Verdrängung der Keime 35 und 33; Panorama-Vergrößerungsaufnahme.

1.3.1.4. Die enge Keimlage (Abb. 4) faßt Befunde zusammen, die ohne kieferorthopädische Steuerung des Zahnwechsels oder ohne Behandlung sehr wahrscheinlich zu Okklusionsanomalien führen. Die auf dem Röntgenbild schon frühzeitig sichtbare enge Lage der Zahnkeime, die alle vom gleichen Punkt aus zu wachsen scheinen, gibt wertvolle Hinweise auf Störungen des normalen Längen- und Breitenwachstums der Kiefer.

1.3.1.5. Die Erkrankungen im Bereich der Parodontien und des periapikalen Raumes (Abb. 5) sind nicht selten die Folgen von Zahnstellungsanomalien mit daraus entstehenden Fehlbelastungen einzelner Zähne oder Zahngruppen; andererseits können Erkrankungen der marginalen Parodontien und des periapikalen Raumes infolge mangelnder Zahnpflege entstehen und ihrerseits durch Verlust von Zahneinheiten Stellungsanomalien verursachen (HEUSER[19]).
Als solche röntgenologisch feststellbare marginale und periapikale Erkrankungen sind zu nennen:
- horizontaler und vertikaler Knochenabbau;
- chronische periapikale Entzündungsprozesse verschiedener Form und Ursache mit z. T. weitreichenden Folgen für das Gesamtgebiß. Sie können sowohl von Milchzähnen als auch von bleibenden Zähnen ausgehen;
- zystische Veränderungen, die sich durch ihr verdrängendes Wachstum schon frühzeitig ungünstig auf die Gebißentwicklung auswirken können.

Abb. 4 Enge Keimlage im Bereich der Zähne 13, 14, 15 und 23, 24, 25;
Panorama-Vergrößerungsaufnahme.

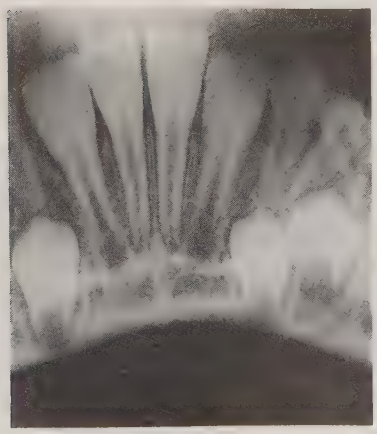


Abb. 5a Horizontaler und vertikaler Knochenabbau in der Unterkieferfront;

Abb. 5b Chronischer periapikaler Prozeß ausgehend von dem Zahn 84 mit einer möglichen Gefährdung des Keimes 44

Ausschnitte aus Panorama-Vergrößerungsaufnahmen.

1.3.1.6. Die Zahnkaries (Abb. 6) ist eine der häufigsten Zivilisationskrankheiten. Sie kann einerseits durch Stellungsanomalien (Schmutznischen, mangelnde Funktion des Gebisses) begünstigt werden (HEUSER[19]); andererseits ist sie eine der häufigsten Ursachen für Stellungsanomalien der Zähne mit schwerwiegenden Folgen für die gesamte Gebißentwicklung, das Kieferwachstum und die Kaufunktion (HOTZ[21]; KANTOROWICZ[32]). Im allgemeinen können kariöse Erkrankungen der Milchzähne und der bleibenden Zähne bei einer klinischen Untersuchung festgestellt werden. Bei Vorliegen versteckter Erkrankungsherde zwischen den Zähnen (Approximalkaries) oder bei Sekundärkaries unter Füllungen wird das Röntgenbild allerdings zum unentbehrlichen Helfer der Früherkennung und Frühbehandlung. (HEUSER[19]).

1.3.1.7. Die Mängel zahnärztlicher Versorgung (Abb. 7) mit ungünstigen Auswirkungen auf die Gebißgesundheit und die Gebißentwicklung sind sehr vielfältig, es sind hier beispielsweise zu nennen:

- mangelhafte konservierende Versorgung von Milchzähnen und bleibenden Zähnen;
- undzureichende Früherkennungsmaßnahmen;
- ausbleibende Entfernung persistierender Milchzähne oder überzähliger Zähne;
- Belassung der Wurzelreste von Milchzähnen oder bleibenden Zähnen;
- unterlassene oder verspätete kieferorthopädische Behandlungsmaßnahmen, einschließlich der Röntgenuntersuchung.

Sie können Folgeerkrankungen vielfältiger Art auslösen (vgl. 1.3.1.).

1.3.1.8. Die Einzelbefunde (Abb. 8), die nicht in das gewählte Schema einzuordnen sind, treten häufig als behandlungsbedürftige, die Gebißentwicklung störende oder die kieferorthopädische Behandlungsplanung beeinflussende pathologische Veränderungen auf. Sie sind ebenfalls vielfach nur röntgenologisch nachzuweisen. Unter anderem sind hier zu nennen:

- metallische oder andere Fremdkörper in Weichteilen oder Knochen;
- Zahnlückenbuchten der Kieferhöhle;
- chronische Entzündungen und Sequester der Kieferknochen;
- Überschußbildungen der Kieferknochen und andere Strukturveränderungen;
- Tumoren;
- Frakturen;
- Hemmungsbildungen der Kiefer (LKG-Spalten);
- Transpositionen mit einem Stellungstausch bleibender Zähne im Zahnbogen;
- abnorme Lageabweichungen anderer Art.

Durch das Röntgenbild sind solche Veränderungen frühzeitig zu erfassen, häufig können damit Folgeschäden für das gesamte Gebiß vermieden werden.

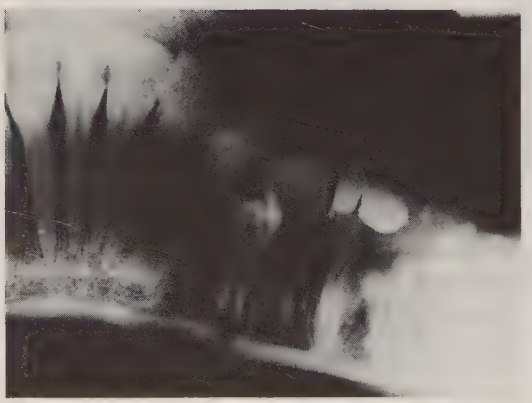


Abb. 6 Zahnkaries: Sekundärkaries unter der mangelhaften mesialen Füllung des Zahnes 36; Retention 34 infolge vorzeitigen Zahnverlustes (Karies) 74;
Ausschnitt Panorama-Vergrößerungsaufnahme

Abb. 7 Mängel der zahnärztlichen Versorgung

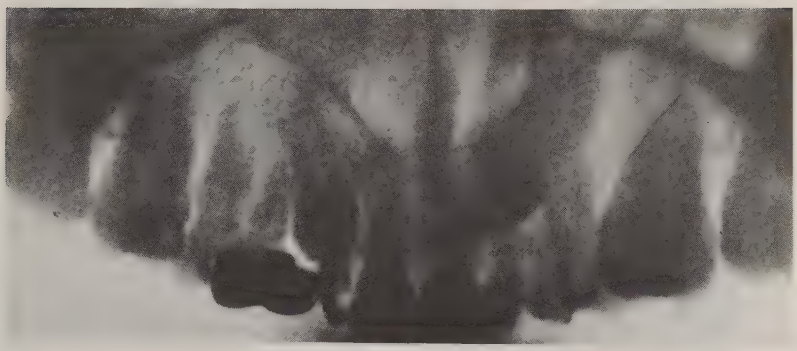


Abb. 7a Belassen des verlagerten und retinierten Zahnes 13 unter einer Brücke; Retention und Verlagerung 23; Panorama-Vergrößerungsaufnahme.

Abb. 7b Wurzelreste 16, 24, 25 als Hindernisse für einen Lückenschluß mit kieferorthopädischen Mitteln; Panorama-Vergrößerungsaufnahme.

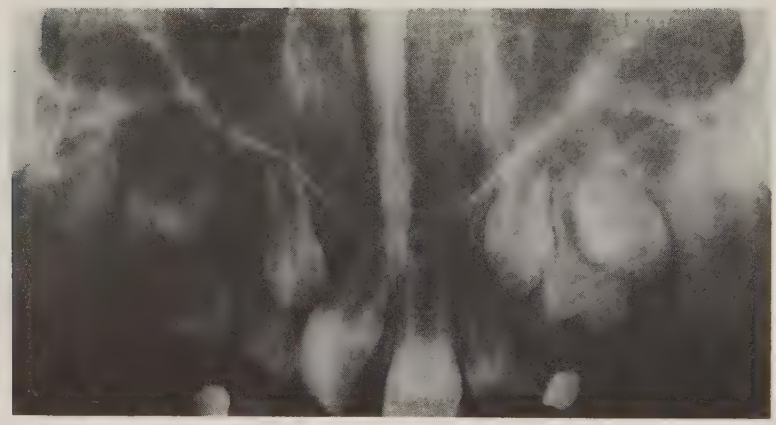


Abb. 8 Beispiel für einen Einzelbefund:
Transposition der Zähne 13, 12 mit Verlagerung 11;
Panorama-Vergrößerungsaufnahme.

1.3.2. Die Häufigkeit röntgenologischer Nebenbefunde wird in der Literatur vielfältig diskutiert. Es soll an dieser Stelle auf einige Veröffentlichungen, die den Wert der Röntgenprophylaxe dokumentieren, hingewiesen werden:

- FREITAG und SEIDEL[12] beschreiben bei 307 untersuchten Fällen 157 Nebenbefunde, von denen 124 (40 %) behandlungsbedürftig sind;
- GASSER[13] stellt pathologische Befunde bei 18,4 % der untersuchten Fälle fest;
- 645 ohne Röntgenuntersuchung nicht erkennbare Nebenbefunde, entsprechend 26 % der 2.486 untersuchten Patienten, werden von JOHNSON[26] angegeben;
- KEIL und SPETH-ESCHENBRENNER[33] fanden bei 3.400 Probanden:

47	Fälle von Zahnunterzahl	1,4 %
19	Fälle von Zahnüberzahl	0,5 %
515	Fälle von Zahnretention oder Zahnkeimverlagerung	15,0 %
114	Fälle von Wurzelanomalien der Zahl	2,9 %
217	Fälle von Resorptionen an bleibenden Zähnen	7,0 %
9	Fälle von Hyperzementosen an gesunden Zähnen	0,3 %

Die Gesamtzahl der Nebenbefunde beträgt 25,1 %, wobei mehrere pathologische Veränderungen bei einigen Patienten gleichzeitig auftreten können;

- von 371 mit Panorama-Schichtaufnahmen untersuchten Patienten findet ROTTKE[61] nur 20 % ohne Nebenbefunde, 20 % der Klinikaufnahmen und 29 % der Praxisaufnahmen sind unauffällig. Die Nebenbefunde gliedern sich wie folgt:

koronale Aufhellungen	31,5 %
Sekundärkaries	20,8 %
periapikale Aufhellungen	52,3 %
Wurzelreste	36,1 %
retinierte oder verlagerte Zähne	34,2 %
Zysten	5,2 %
Alveolarfortsatzatrophie	11,1 %

- OSORIO-SANCHEZ[46] findet nur 26 % aller kieferorthopädischen Fälle frei von röntgenologischen Nebenbefunden. Bei 900 untersuchten Patienten ergaben sich folgende pathologische Veränderungen:

Zahnüberzahl	3,6 %
Zahnunterzahl	14,2 %
Zahnkeimverlagerung	13,7 %
verspäteter Zahnwechsel	19,0 %
vorzeitiger Zahndurchbruch	22,1 %
gestörte Milchzahnresorption	18,6 %
vorzeitiger Milchzahnverlust	24,5 %
Zahnretention	4,4 %
verspätete Wurzelbildung	10,8 %
vorzeitige Wurzelbildung	6,4 %
enge Keimlage	3,3 %
Wurzelanomalien	14,0 %
periapiale Prozesse	3,7 %
Hyperzementosen	1,4 %
parodontotische Veränderungen	0,5 %
Dentikel	2,4 %

1.3.3. Die elektronische Datenverarbeitung kann die Auswertung solcher Reihenuntersuchungen stark vereinfachen. Es gelingt, die Befunde elektronisch zu speichern und damit

- die bei der Befunderhebung anfallenden Daten zu dokumentieren,
- die Daten für statistische und andere wissenschaftliche Fragestellungen bereitzustellen,
- Reihenuntersuchungen automatisch auszuwerten.

In der Literatur finden sich hierzu zahlreiche Hinweise (GRABNER und NEUMANN[16]; JUNG[31]; OBERHOFER[31]).

1.4. Die Röntgenaufnahmeverfahren sind in ihrer Eignung zur Übersichtsdarstellung des Gebisses an dieser Stelle kurz zu beschreiben. Es ist aus der Literatur bekannt, daß diese Verfahren zu Röntgen-Reihenuntersuchungen eingesetzt werden können:

Der Zahnfilmstatus wurde u. a. von KEIL und SPETH-ESCHENBRENNER[33] für ihre Untersuchungen über Zahnanomalien bei 3.400 Patienten benutzt.

Auf den Gebieten der Kariologie und der Parodontologie kommt bei Reihenuntersuchungen die Bißflügelaufnahme zur Anwendung (RINDERER[58]).

DÜRR[5] empfiehlt den "isolierten Unterkiefer" in Kombination mit 2 Aufbißaufnahmen zur routinemäßigen Gebißübersichtsdarstellung. Die Panorama-Vergrößerungsaufnahmetechnik wird ebenfalls schon für Reihenuntersuchungen eingesetzt (FRANK[11]; PASSET und VILLEMOT[53]).

Das "Panorex"-Schichtaufnahmegerät wurde 1957 bei der US-Luftwaffe speziell zur Durchführung von Reihenuntersuchungen entwickelt (HUDSON, KUMPULA und DICKSON[23]).

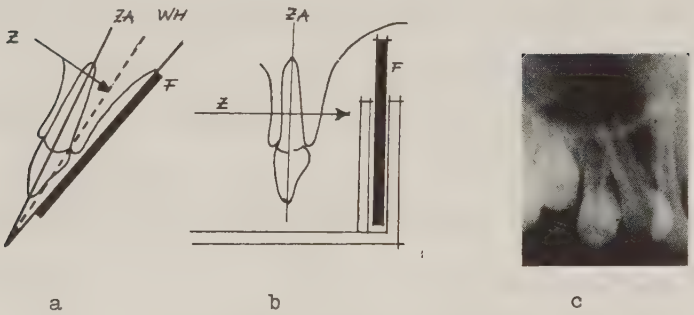
1.4.1. Die Zahnfilmaufnahme auf folienlosen intraoralen Filmen der Formate 20 x 30 mm (Kinderfilm), 30 x 40 mm und 40 x 50 mm (Okklusalfilm) mit extraoraler Röhrenführung ermöglicht im Rahmen eines aus Einzelaufnahmen zusammengestellten Zahnfilmstatus eine Übersichtsdarstellung des Gebisses (Abb. 9).

In der Literatur werden zusammengesetzte Staten von 6 bis 16 Aufnahmen beschrieben:

- 6 Aufnahmen bei Kindern (HOTZ[22])
- 10 Aufnahmen (HEUSER[19]; PRÄGER[54]; RAPER[55])
- 12 Aufnahmen (McCOY[41])
- 14 Aufnahmen (FISCHER[8]; McCALL[40])
- 16 Aufnahmen (SIMPSON[72])

Die genannten Unterschiede erklären sich dadurch, daß einerseits für die vollständige Darstellung des permanenten Gebisses 28 bis 32 orthoradial projizierte Aufnahmen notwendig wären, andererseits aber diese Filmzahl zur Diagnostik meist nicht erforderlich erscheint.

Abb. 9 Die Zahnfilmaufnahme



a b c

Abb. 9a Schematische Darstellung der Halbwinkeltechnik.
Abb. 9b Schematische Darstellung der Rechtwinkeltechnik
Abb. 9c Bildergebnis einer Zahnfilmaufnahme

Z = Zentralstrahl, ZA = Zahnachse, WH = Winkelhalbierende, F = Film

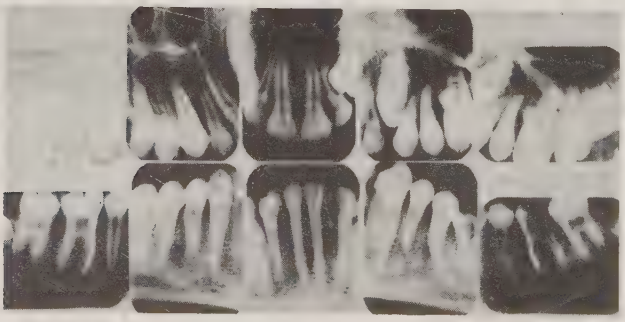


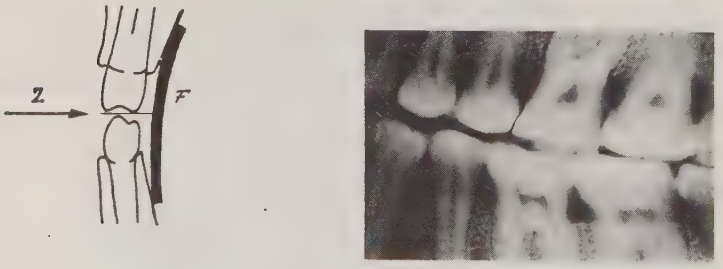
Abb. 9d Zenteiliger Zahnfilm-Röntgenstatus des Gebisses.

Die Röntgenbilder werden mit Dental-Röntgengeräten mittlerer Leistung (50 - 60 kV, 10 mA) oder schaltbaren Geräten (50 - 90 kV) in Halbwinkel- oder Rechtwinkeltechnik als Kurztubus- oder Langtubusaufnahmen angefertigt.
Vorteilhaft erscheint, daß abhängig von der Einstelltechnik feinste Strukturveränderungen wiedergegeben werden können; der Zahnfilm bleibt damit als gezielte Einzel- und Kontrollaufnahme unentbehrlich (HIELSCHER[20]). Der Zahnfilmstatus kann z. B. auf dem Gebiet der Parodontologie und der Kariesdiagnostik wegen seines hohen Detail-Informationswertes nicht durch andere Röntgenverfahren ersetzt werden (HEUSER[19]). Das Verfahren beinhaltet allerdings verschiedene Nachteile, die sich vor allem in der Kinderpraxis oder bei der Bearbeitung der relativ hohen Filmzahl mehrerer anfallender Zahnfilmstaten bemerkbar machen:

- Würgereiz und beengte anatomische Verhältnisse bei Kindern ergeben Schwierigkeiten beim Einlegen der Filme (RITTER[59]; WIELTSCHKE[79]);
- erhebliche Strahlenbelastung bei den Status-Aufnahmen (SONNABEND[74, 75, 76]);
- erschwerte Erfassung räumlicher Zusammenhänge, da nur einzelne Zähne dargestellt werden (IMMENKAMP[25]);
- schwierige und zeitaufwendige Einstelltechnik (HOTZ[22]; JUNG[27]);
- relativ hoher Zeitbedarf im Labor (SCHOPF[69]; WIELTSCHKE[79]);
- Gefahr der Verwechselung einzelner Zahnfilme, da die Kennzeichnung aufgrund des Formates vielfach nur unzureichend möglich ist (SCHIENBEIN[66]).

1.4.2. Die Bißflügelaufnahme wurde erstmals 1925 von RAPER[55] als spezielle kariesdiagnostische Intraoralaufnahme mit extraoraler Röhrenführung beschrieben. Es werden folienlose Zahnfilme der Formate 40 x 50 mm, 50 x 70 mm oder sogenannte Bißflügelfilme im Format 25 x 55 mm benutzt; die okklusal-intraorale Fixierung der Filme erfolgt durch verschiedene Aufbißbehelfe oder Hilfsgeräte; zur Aufnahme benutzt man Dental-Röntgengeräte mittlerer Leistung.
Die Filme sind sehr sorgfältig einzulegen, sie werden während der Aufnahme mit Hilfe des Bißflügels im Schlußbiß festgehalten. Die Parallelität von Objekt- und Filmebene bei senkrecht einfallendem Nutzstrahl bedingt eine hohe projektorische Abbildungsqualität mit verzerrungs- und überlagerungsfreier Darstellung der Approximalflächen und der marginalen Parodontien. Die räumlichen Zusammenhänge werden ebenso wie beim Zahnfilm nicht erfaßt, zudem kommen die Bereiche der Wurzelspitzen und ihrer Umgebung nicht zur Darstellung (Abb. 1o).

Abb. 10 Die Bißflügelaufnahme



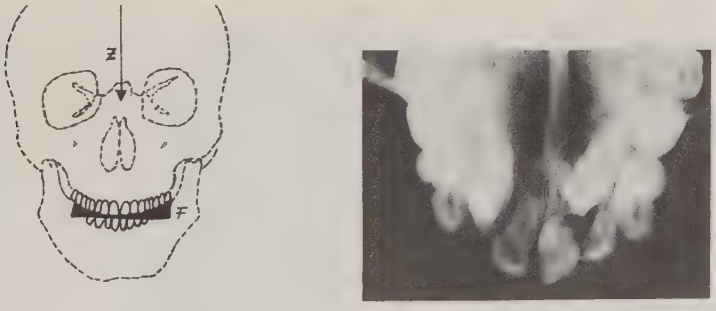
a b

Abb. 10a Prinzip der Bißflügelaufnahme
Z = Zentralstrahl, F = Film
Abb. 10b Bildbeispiel einer Bißflügelaufnahme.
Diese Aufnahmetechnik ist so z. B. für die Kariesdiagnostik und die Parodontologie besonders geeignet (HEUSER[19]; JUNG[27]; SONNABEND und RING[77]). Eine Adaption des Bißflügels im Frontzahnbereich ist kaum möglich (HEUSER[19]), so daß zur

Erfassung dieser Region eine weitere Aufnahme, z. B. eine Aufbißaufnahme (DÜRR[5]), angefertigt werden muß. Hinzu kommt eine zeitaufwendige Einstelltechnik(HOTZ[22]).

1.4.3. Die Aufbißaufnahme wird intraoral auf folienlosen Filmen der Formate 40 x 50 mm, 50 x 70 mm oder als Folienfilm in entsprechenden Intraoralkassetten bei extraoraler Röhrenführung mit Dental-Röntgengeräten mittlerer Leistung angefertigt. Aufbißaufnahmen des Oberkiefers und des Unterkiefers dienen als totale oder partielle Aufbißaufnahmen bei axialem oder halbaxialem Strahlengang der Gewinnung von Zahnbogen- oder Gebißübersichten (Abb. 11).

Abb. 11 Die Aufbißaufnahme



a b

Abb. 11a Aufnahmetechnik bei der Aufbißaufnahme.
Z = Zentralstrahl, F = Film

Abb. 11b Bildergebnis einer Aufbißaufnahme im Oberkiefer.

Aufbißaufnahmen finden in der zahnärztlichen Praxis hauptsächlich als Ergänzungsaufnahmen zur Darstellung und Lokalisation von Fremdkörpern oder retinierten Zähnen in der dritten Raumebene Anwendung (HEUSER[19]; HOTZ[22]).

Als Nachteile dieses Verfahrens sind zu nennen:
- projektorische Überlagerungen der Zahnreihe und des Alveolarfortsatzes durch das Nasenskelett, den Gesichtsschädel oder die Milchzähne (HEUSER[19]);
- ungenügende Beurteilbarkeit der Wurzelverhältnisse (HEUSER[19]);
- hohe Strahlenbelastung des Rumpfes und der Gonaden durch den beim sitzenden Patienten körperwärts gerichteten Nutzstrahl (HÜSGEN[24]; KIRSCH[34]; SONNABEND[73,74]).

1.4.4. Die seitliche Kieferübersicht erfolgt auf extraoralem Folienfilm in planen oder gewölbten Kassetten der Formate 90 x 100 mm (Einsparung von Filmmaterial beim Kind) oder 130 x 180 mm bei extraoraler Röhrenführung. Dieses Verfahren wurde schon früh beschrieben, so von BALTERS[1] (1925) oder von PARMA[51] (1929); das Verfahren ermöglichte seinerzeit als einzige Technik eine befriedigende Übersicht über die seitliche Oberkiefer- und Unterkieferregion (HOTZ[22]). Die Aufnahmen können mit Dental-Röntgengeräten mittlerer Leistung vorgenommen werden. Der Zentralstrahl verläuft dabei unter und hinter dem Kieferwinkel der filmfernen Seite und vor der gestreckten Halswirbelsäule auf die abzubildende filmnahe Kieferseite (Abb. 12).

Abb. 12 Die seitliche Kieferübersicht

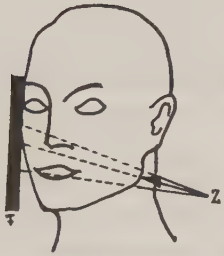


Abb. 12a Strahlengang bei der seitlichen Kieferübersicht
Z = Zentralstrahl
F = Film

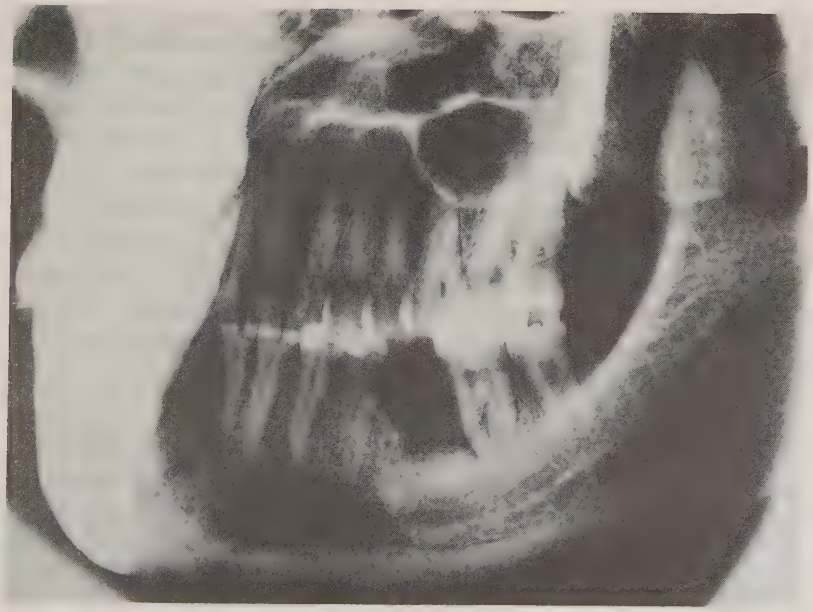


Abb. 12b Bildergebnis der seitlichen Kieferübersicht

Die Vorteile des Aufnahmeverfahrens in seiner Anwendung beim Kind sind:
- Geringe Belästigung des Patienten durch extraorale Handhabung (RITTER[59]);
- Halbseitenübersicht mit zusammenhängender Strukturdarstellung, Gesamtübersicht mit zwei Aufnahmen (DÜRR[5]; RITTER[59]).

Diesen Vorteilen stehen verschiedene Nachteile gegenüber:
- Einstelltechnik zeitaufwendig (DÜRR[5]);
- Projektionsfehler bei besonderen anatomischen Gegebenheiten, wie kurzem Hals oder engem Zahnbogen (HEUSER[19]);
- vielfach Erfassung der Frontzahnregion des Ober- und Unterkiefers durch zwei zusätzliche Aufnahmen erforderlich (DÜRR[5]).

1.4.5. Die Panorama-Aufnahmetechniken entwickelten sich aus dem Bedürfnis, möglichst schnell und einfach Gesamt-Übersichtsdarstellungen beider Kiefer zu erhalten und dabei die Zahl der Einzelaufnahmen weitestgehend zu reduzieren. Man unterscheidet zwei verschiedene Aufnahmeverfahren:
- Panorama-Vergrößerungsaufnahmen eines Kiefers mit intraoraler Röhrenführung und extraoraler Filmlage;
- Panorama-Schichtaufnahmen beider Kiefer mit extraoraler Filmlage und Röhrenführung. Hierbei wird jeweils nur eine vertikale Schicht der Kiefer scharf abgebildet.

1.4.5.1. Die Panorama-Vergrößerungsaufnahme erfolgt bei intraoraler Röhrenführung auf extraoralem Folienfilm in flexiblen Kassetten des Formates 10 x 24 cm. Infolge der besonderen Projektionsbedingungen ergibt sich eine deutliche, zum Seitenzahngebiet zunehmende Abbildungsvergrößerung ("Vergrößerungsaufnahmen").
Der Gedanke des intraoral-extraoral verlaufenden Strahlenganges zur Gebißdarstellung entstand schon kurz nach Entdeckung der Röntgenstrahlen (ROLLINS[60], 1897). Infolge

technischer Schwierigkeiten kam zunächst keine Weiterentwicklung dieses Gedankens zustande (SCHIRMEISEN[67]). OTT[47] begann 1946 mit der Entwicklung spezieller Röntgenröhren zur panoramaartigen Darstellung von Körperhöhlen und der Zahnreihen mit einer Aufnahme. Mit dieser Röhre wurde dann Ende der 50iger Jahre von Koch & Sterzel zunächst das Spezial-Dentalröntgengerät "Panoramix" herausgebracht.
Inzwischen kennt man noch verschiedene andere Röntgengeräte dieser Art, so von Siemens ("Status X") oder von Müller-Philipps ("Stat-Oralix").
Bei der Aufnahmeeinstellung unterscheidet man (Abb. 13):
- Übersichtsaufnahmen des Ober- oder Unterkiefers in Standardprojektionen (HEUSER[19]);
- Halbseitenaufnahmen (DURNER und MEYER[4]).

Abb. 13 Aufnahmeeinstellung bei der Panorama-Vergrößerungsaufnahme

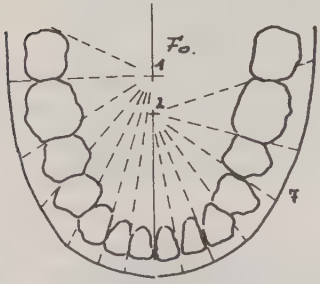


Abb. 13a Standardprojektionen mit den Fokuslagen 1 und 2.
FO = Fokus, F = Film

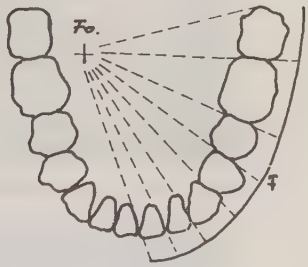


Abb. 13b Halbseitenaufnahme nach DURNER und MEYER
FO = Fokus, F = Film

Durch die intraorale Röhrenführung ergibt sich ein relativ kurzer Fokus-Objekt-Abstand von 15 bis 20 mm bei einem im Vergleich dazu weiten Objekt-Film-Abstand von 15 bis 20 mm (JUNG[29]). Diese Abstandsverhältnisse bedingen einen Vergrößerungsfaktor von 1,5 bis 2,3 , der allerdings nicht in allen Abschnitten des Zahnbogens gleich groß ist.
Als Variable für diesen Vergrößerungsfaktor treten auf (JUNG[29]):

- der Fokus-Objekt-Abstand; er ist von der Breite des Zahnbogens und der Lage des Fokus abhängig;
- der Objekt-Film-Abstand; er wird durch die Dicke der Weichteile und die Filmlage bestimmt.

Besonders empfindlich ist die Vergrößerungsaufnahmetechnik gegenüber Lageveränderungen des Fokus, schon geringe Abweichungen aus der Median-Sagittalebene oder in ventro-dorsaler Richtung führen zu starken Vergrößerungsunterschieden (HIELSCHER[20]; JUNG[29]) (Abb. 14).
Liegt der Fokus zu weit dorsal, so können wohl noch die Weisheitszähne beurteilt werden, im Bereich der Prämolaren kommt es aber zu Überlagerungsprojektionen. Liegt der Fokus zu weit ventral, kommt es zu Überlagerungsprojektionen im Molarenbereich (JUNG[29]).
Hieraus können, besonders bei ungenauer Einstelltechnik, erhebliche projektorische Fehler entstehen, die eine metrische Auswertung der Befunde nicht zulassen (HIELSCHER[20]; JUNG[29]). Für die Beurteilung des Seitenzahngebietes kommt im Oberkiefer erschwerend hinzu, daß diese Region durch angrenzende Knochenstrukturen (Kieferhöhle, Os zygomaticum, Nasenskelett) projektorisch überlagert wird (HIELSCHER[20]; JUNG[29]) (Abb. 15).
Solch verfahrensbedingte Besonderheiten schränken die diagnostischen Möglichkeiten der Panorama-Vergrößerungsaufnahmen ein, sie sind bei der Auswertung zu berücksichtigen.

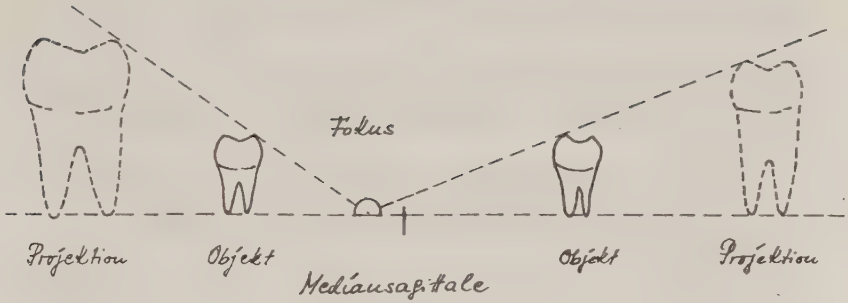


Abb. 14 Panorama-Vergrößerungsaufnahme:
Schematische Darstellung der unterschiedlichen Objektvergrößerung bei Abweichung des Fokus aus der Medians agittalen.

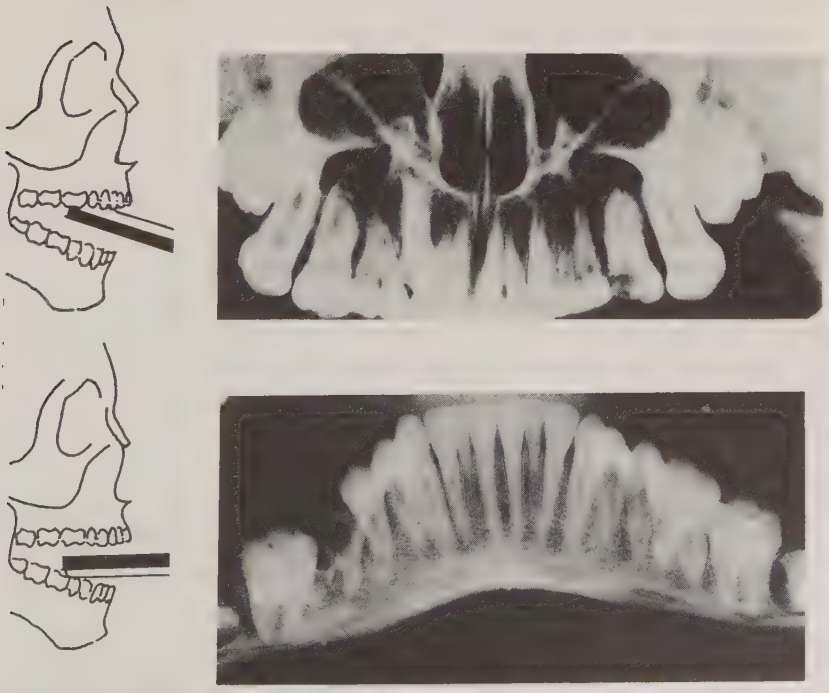


Abb. 15 Panorama-Vergrößerungsaufnahme:
Lage der Röntgenröhre bei der Oberkieferaufnahme und Bildergebnis (oben), sowie Lage der Röntgenröhre bei der Unterkieferaufnahme und Bildergebnis (unten).

Die Panorama-Vergrößerungsaufnahmen zeigen gegenüber den oben beschriebenen Verfahren der Gebißübersicht (1.4.1. bis 1.4.4.) verschiedene Vorteile:

- Gesamtübersicht über das Gebiß mit Darstellung der Zähne und Kiefer auf zwei Aufnahmen (FLEISCHER-PETERS[9,10]; GASSER[13]);
- relativ geringe Körper-Strahlenbelastung (SONNABEND[75]);
- wesentlich vereinfachte Einstelltechnik (GASSER[13]; HIELSCHER[20]);
- Zeitersparnis von 15 bis 20 % gegenüber einem 11-Bilder-Status (WIELTSCHKE[79]);
- reduzierte Verwechslungsgefahr der großformatigen, leicht zu kennzeichnenden Filme (SCHIENBEIN[66]);
- geringe Belästigung des Patienten (WIELTSCHKE[79]).

Als Nachteile dieser Übersichtsaufnahmen sind allerdings zu nennen:

- Erhebliche Strahlenbelastung der Zunge und der Mundschleimhaut (SONNABEND[75,76]);
- uneinheitliche Objektvergrößerung und Bildverzerrung in den einzelnen Kieferabschnitten aufgrund unterschiedlicher Fokus-Film-Abstände, gegebenenfalls noch verstärkt durch ungenaues Anlegen des Filmes und dessen Fixierung durch den Patienten (HIELSCHER[20]; JUNG[29]);
- Überlagerungsprojektionen im Seitenzahnbereich (JUNG[27,29]);
- gegenüber dem Zahnfilm geringere Detailerkennbarkeit.

Vielfach sind zusätzlich Einzel-Zielaufnahmen (vgl. 1.4.1.) zur weiteren Abklärung von Strukturveränderungen notwendig, die auf der Übersichtsaufnahme andeutungsweise erkannt wurden (FLEISCHER-PETERS[9,10]; RUHLAND[63]).

1.4.5.2.. Die Panorama-Schichtaufnahme (Abb. 16,17) ermöglicht die gleichzeitige Darstellung von Ober- und Unterkiefer auf einem etwa 15 x 30 cm großen Folienfilm bei extraoraler Filmlage und Röhrenführung.
Nach grundlegenden Arbeiten von PAATERO[48,49] (1949 - 1953) wurde versucht, das Schichtaufnahmeverfahren in die Zahnheilkunde einzuführen. 1955 entwickelte PAATERO[50] den "Pantomographen" als Panorama-Schichtaufnahmegerät für die

Zahnheilkunde; 1957 stellten HUDSON, KUMPULA und DICKSON[23] das nach gleichem Prinzip arbeitende "Panorex"-Gerät (S.S. White) vor.

Um 1960 kam Siemens mit dem "Orthopantomographen" auf den Markt; es folgten verschiedene andere Hersteller mit ähnlichen Aufnahmegeräten.

Die Strahlenquelle und der Film umkreisen den Kopf des Patienten auf einer der normalen Kieferform angepaßten Bewegungsbahn mit mehreren Rotationszentren. Die gegensinnige Bewegung von schmal eingeblendetem Nutzstrahlenbündel (150 x 1 mm) und Film läßt nur eine bestimmte vertikale Objektschicht scharf zur Abbildung kommen (JUNG[27]; PAATERO[50]; SCHOPF[69]).

Die Panorama-Schichtaufnahmen, angefertigt mit den oben beschriebenen Spezial-Röntgengeräten, ergeben eine Gesamtübersicht des Gebisses; die Zeit für einen kompletten Umlauf mit Darstellung beider Kiefer beträgt durchschnittlich 20 Sekunden.

Abb. 16 Die Panorama-Schichtaufnahme mit dem "Panorex"-Gerät

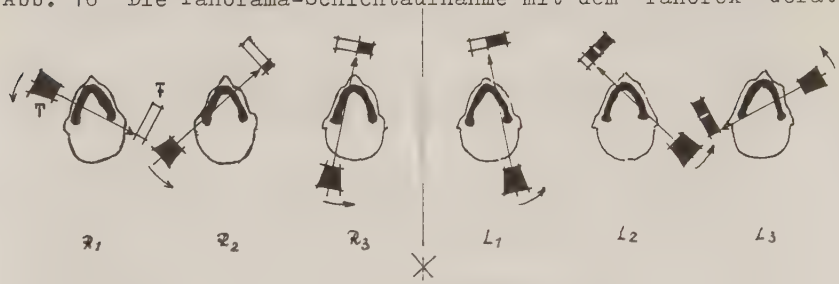


Abb. 16a Funktionsschema der Panorexaufnahme
Film (F) und Röntgentubus (T) umkreisen den Kopf des Patienten. Für die rechte Seite des Zahnbogens (R_1 - R_3) liegt das Rotationszentrum hinter dem letzten linken Molaren. Wenn der Röntgentubus die Wirbelsäule erreicht (X), schalten sich die Röntgenstrahlen ab und der Stuhl mit dem Patienten verschiebt sich zur Seite. Für die linke Seite des Zahnbogens (L_1 - L_3) befindet sich jetzt das Rotationszentrum hinter dem letzten rechten Molaren. (nach Angaben des Herstellers)

Abb. 16b Bildergebnis der "Panorex"-Aufnahme.

Abb. 17 Die Panorama-Schichtaufnahme mit dem Orthopantomographen

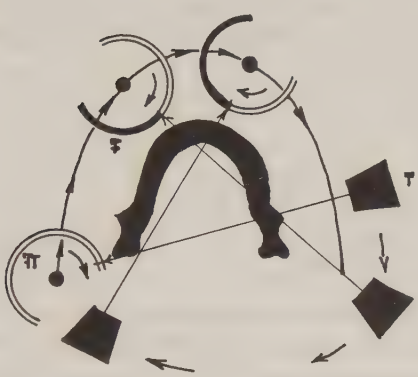


Abb. 17a Prinzip der Orthopantomographie nach PAATERO:
Der Röntgentubus (T) und Film (F) auf der Filmtrommel (FT) umkreisen synchron den Kopf des Patienten, während sich die Filmtrommel mit dem Uhrzeigersinn dreht.

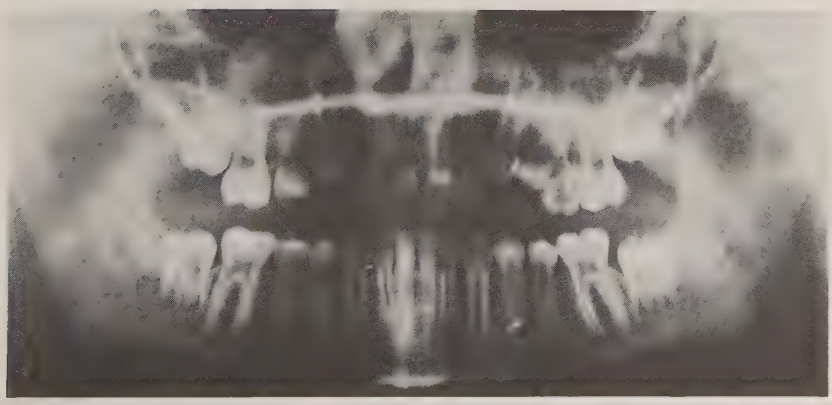


Abb. 17b Bildergebnis einer Aufnahme mit dem "Orthopantomographen".

Gegenüber dem Zahnfilmstatus sind verschiedene Vorteile des Verfahrens festzustellen:
- Wesentlich reduzierte Strahlenbelastung (SONNABEND[75,76]);
- Darstellung der Zähne, der umgebenden Kieferstrukturen und des Gesichtsschädels in räumlichem Zusammenhang auf einem Film (FLEISCHER-PETERS[9,10]);
- etwa gleichmäßige Vergrößerung und Bildverzerrung (FLEISCHER-PETERS[9,10]);
- standardisierte Einstelltechnik, automatischer Ablauf der System-Bewegungsbahnen (IMMENKAMP[25]);
- keine Belästigungen des Patienten durch intraorale Manipulationen (DÜRR[5] ; RITTER[59]).

Diesen Vorteilen stehen einige Nachteile gegenüber:
- Systembedingte, relative Unschärfe einzelner Zahnbogenabschnitte, besonders der Frontzahnregion, infolge mangelnder Anpassungsfähigkeit der Bewegungsbahnen an besondere anatomische Verhältnisse (JUNG[29]);
- Bewegungsunschärfe der Abbildung bei Kindern infolge der relativ langen Aufnahmedauer oder der ungewohnten Bewegungsabläufe des Gerätes (JUNG[28]).

Diese Nachteile können allerdings vermieden oder zumindest verringert werden,
- indem man den Kopf des Patienten mit einem Cephalostaten sorgfältig fixiert (PASLER[52]);
- wenn der Patient auf einen Holzspatel beißt und so die Zahnreihen während der Aufnahme in Kopfbißstellung stehen (FLEISCHER-PETERS[10]).

1.4.6. Die Vorteile der Panorama-Übersichtsaufnahmen sind bei einem Vergleich der für Übersichtsdarstellungen des Gebisses beim Kind und Jugendlichen geeigneten Röntgenverfahren besonders hervorzuheben.
Aus der Literatur ergibt sich, daß Panorama-Übersichtsaufnahmen besser für Gebißübersichten geeignet sind als die anderen oben genannten Verfahren:

- Die somatische und genetische Strahlenbelastung für den Patienten ist bei der Panorama-Übersichtsaufnahme geringer. Diese Technik kommt der Forderung, bei möglichst geringer Strahlenbelastung mit Übersichtsaufnahmen den höchsten Informationswert zu erreichen, am nächsten (SONNABEND[76]).
- Der Überblick über die Gebißsituation ist gut, die Kiefer werden in ihrer Gesamtheit dargestellt (FLEISCHER-PETERS[9,10]), ein Seitenvergleich (HIELSCHER[20]) und eine Beurteilung der Raumverhältnisse sowie der Oberkiefer-, Nasen- und Stirnhöhlen (GASSER[13]) sind möglich.
- Ferner ist nicht zu befürchten, daß Befunde aus der Nachbarschaft aufgrund nicht ausreichender Filmformate, ungenauer Aufnahmeeinstellung oder ungünstiger Projektionsbedingungen übersehen werden (IMMENKAMP[25]).
  So konnte MORRIS[44] nachweisen, daß auf 5.556 routinemäßig angefertigten "Panorex"-Gebißübersichten 34,2 % der Fälle pathologische Veränderungen im Bereich des Kauorganes aufwiesen, die während der vorausgegangenen klinischen und röntgenologischen Untersuchung mit Bißflügelaufnahmen nicht festgestellt werden konnten.
  JOHNSON[26] stellte bei 2.486 mit Panorama-Aufnahmen untersuchten Patienten in 26 % der Fälle Nebenbefunde fest, die ohne Röntgenuntersuchung nicht bemerkt worden wären.
  Bei einer Untersuchung, die OSORIO-SANCHEZ[46] an 900 "Panoramix"-Röntgenstaten von Kindern im Alter zwischen 6 und 15 Jahren durchführte, wurden bei nur 26 % aller untersuchten Fälle absolut normale Gebißverhältnisse festgestellt.
- Der Zeitaufwand für einen Panorama-Röntgenstatus des Gebisses ist viel geringer als für einen Zahnfilmstatus. Bei zwei Panorama-Vergrößerungsaufnahmen sind die Gesamt-Expositionszeiten bei 50 kV und Verstärkerfolie mit 0,12 Sekunden (MEINEL[42]) kürzer als die Expositionszeiten von 3 - 7 Sekunden bei 10 Zahnfilmaufnahmen eines Zahnfilmstatus. Hinzu kommt, daß Aufnahmeeinstellung und Film bei Panorama-Vergrößerungsaufnahmen nur einmal gewechselt werden müssen; bei der Panorama-Schichtaufnahme entfällt auch dieser Arbeitsgang, allerdings beträgt hier die

Gesamtumlaufzeit (Aufnahmezeit) etwa 20 Sekunden. Berücksichtigt man nun noch den Zeitaufwand im Labor, der nach Angaben von HEGER[17] durchschnittlich 3 bis 3,5 Minuten für einen Panorama-Vergrößerungsstatus beträgt, so ist festzustellen, daß ein Panorama-Status nur etwa 15 bis 20 % der Zeit (Patient und Labor) eines Zahnfilmstatus mit 11 Aufnahmen erfordert (WIELTSCHKE[79]), für den man heute etwa 15 Minuten rechnen muß (JUNG[27]).
Eine Reihenuntersuchung des Gebisses mit Panorama-Vergrößerungsaufnahmen läßt maximal eine Frequenz von 30 Patienten pro Stunde, entsprechend 60 Einzelaufnahmen, zu (MEINEL[42]; PASSET und VILLEMOT[53]).
Hinzu kommt, daß die großformatigen Panorama-Staten (10 x 24 cm oder 15 x 30 cm) leichter zu kennzeichnen sind als ein Zahnfilmstatus. Durch Einblenden z. B. einer beschrifteten Metallfolie in den Strahlengang können die Daten der untersuchten Personen dem Film direkt aufprojiziert werden; ferner lassen sich die Kenndaten vor der Aufnahme mit speziellen Belichtungskameras aufbelichten (SCHIENBEIN[66]). Diese Verfahren vereinfachen die Archivierungsarbeit und beugen Verwechslungen vor; sie sind am Zahnfilmstatus infolge der kleinen Einzelformate nicht anwendbar (SCHIENBEIN[66]).

1.4.7. Der Strahlenschutz hat zum Ziel, die neben der unvermeidlichen natürlichen Strahlenbelastung auftretenden Strahlenexpositionen medizinischer Indikation so gering wie möglich zu halten.
Die Notwendigkeit von Röntgenaufnahmen ist unumstritten. Dabei ist aber stets zu bedenken, daß sich selbst kleinste Dosen ionisierender Strahlungen in ihrer Wirkung summieren und sich im Laufe der Zeit somatisch und genetisch schädigend auswirken können (RAJEWSKY[56]).
Dies gilt besonders für die Strahlenanwendung beim Kind, dessen im Wachstum befindliche Gewebe besonders stark auf Strahleneinwirkung reagieren. So reichen beim Kleinkind

schon 35 % bis 70 % der Erwachsenendosis zur Entstehung eines Erythems aus (RUSS[64]).
Besonders gefährdet sind dabei die Keimdrüsen, für die man praktisch keine Toleranzdosis angeben kann; selbst kleinste Dosen vermögen experimentell rezessive Mutationen auszulösen (RUSS[64]). Bei Kindern sind infolge der geringeren Körpergröße und des geringeren Körpervolumens bei Zahnfilmaufnahmen auch andere Gewebe mit hoher Zellteilungsrate (Auge, Schleimhäute, Knochenmark) näher an der Strahlenquelle als bei Erwachsenen; sie sind damit einer vermehrten Gefahr ausgesetzt (HÜSGEN[24]; ROTTKE[62]).
Bei einer indizierten Anwendung von Röntgenstrahlen am Kind oder Jugendlichen wird man sich daher für das Röntgenverfahren entscheiden müssen, das bei möglichst großem Informationswert zugleich eine geringe Strahlenbelastung bedingt (SONNABEND[76]). In der Literatur sind diesbezüglich umfangreiche Veröffentlichungen zu finden (BUSHONG[2]; ENDRIS[7]; HERGT[18]; JUNG und LOHMANN[30]; REGULLA, RICCI und SONNABEND[57]; SONNABEND[73,74,75,76]), deren Aussagen man infolge verschiedener Versuchsanordnungen allerdings nicht immer miteinander vergleichen kann (Abb. 18, 19).
Wie aus den nachfolgenden Abbildungen ersichtlich, kann
- durch Auswahl geeigneter Aufnahmeverfahren und
- durch Anwendung von Strahlenschutzmaßnahmen
die den Patienten treffende Körper- und Gonadendosis erheblich verringert werden.
Im allgemeinen wird das Anlegen einer Bleigummischürze (KIRSCH[34]; SCHAAF und PFEIFFER[65]) oder eines Bleigummiumhanges empfohlen (SCHWERIN, RUDOLPH und PILZ[70]); diesen kann man zum Schutz der Halspartie noch durch eine Halskrause (HEUSER[19]) ergänzen.
Eine weitere Möglichkeit, die Strahlenbelastung herabzusetzen, ist durch Verwendung von hochempfindlichen Filmen und Verstärkerfolien gegeben. Die durch die Folie bedingte geringere Detailerkennbarkeit kann bei Aufnahmen zur Gebißübersicht in Kauf genommen werden (FLEISCHER-PETERS[10]; HIELSCHER[20]).
Die Lagerung des Patienten hat so zu erfolgen, daß Körperbestrahlungen und besonders Gonadenbestrahlungen weitgehend

reduziert werden (HEUSER[19]).
Bei Panorama-Schichtaufnahmegeräten kann die Aufnahme z. T. wahlweise am stehenden oder sitzenden Patienten erfolgen. Man sollte, um den Abstand zwischen Aufnahmeobjekt und den Gonaden zu vergrößern, die stehende Aufnahmeposition wählen (SONNABEND[73,74]). Damit werden am Rumpf sowohl direkte Nutzstrahlenbelastungen als auch Streustrahlungsbelastungen aus dem Schädel vermieden.

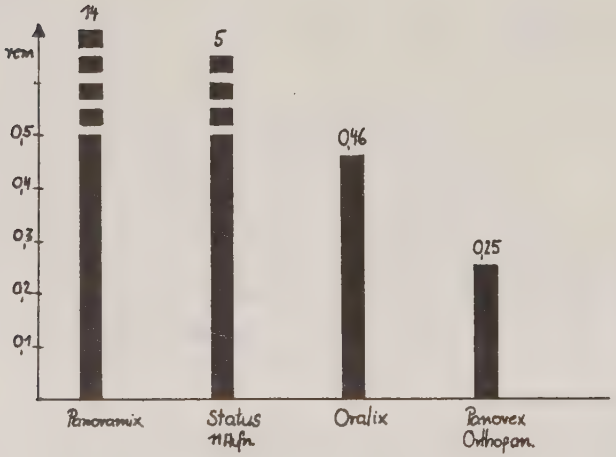


Abb. 18 Röntgendosisbelastungen der Haut bei verschiedenen Aufnahmeverfahren
Bei "Panoramix" müßte die Säule um das 28-fache und beim Status mit intraoralen Aufnahmen um das 10-fache über die Abbildungsebene hinausgehen. Bei "Oralix" sind 2 "Halbseitenaufnahmen" mit dem Dentalröntgengerät (rechts und links) zusammengefaßt. Für zusätzliche intraorale Aufnahmen z. B. der Front käme 1 rem pro Aufnahme zur Hautoberflächendosis hinzu. (nach SONNABEND[76])

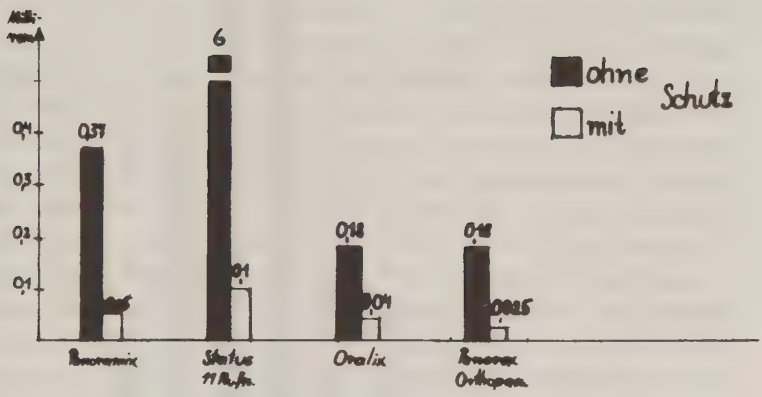


Abb. 19 Röntgendosisbelastungen der Gonaden bei den gleichen Aufnahmeverfahren
Beim Status müßte die Säule um das 15-fache über die Abbildungsebene hinausgehen. Die Verminderung durch eine Bleigummischürze mit mindestens 0,4 mm Pb ist in den weißen Säulen dargestellt. Für jede weitere intraorale Röntgenaufnahme kämen 0,125 Millirem hinzu. (nach SONNABEND[76])

Wir möchten an dieser Stelle noch darauf hinweisen, daß seit 1.1.1978 anstelle der Bezeichnungen rad und rem andere Bezeichnungen Verwendung finden. Es gilt:

1 rad = 1/1oo Joule/Kilogramm
1 rem = 1/1oo Joule/Kilogramm x Qualitätsfaktor

2.0. Eigene Untersuchungen

2.1. Das Untersuchungsmaterial setzt sich aus Ober- und Unterkiefer-Panorama-Vergrößerungsaufnahmen von 1.000 Patienten der kieferorthopädischen Abteilung der Universitätszahnklinik Marburg zusammen, die mit einem "Panoramix"-Gerät (Koch & Sterzel) im Zeitraum von 1968 bis 1975 aufgenommen wurden. Diese Aufnahmen wurden der Röntgenkartei in alphabetischer Reihenfolge und ohne Vorauswahl unsererseits entnommen. Die Patienten waren zum größten Teil durch überweisende Hauszahnärzte im Hinblick auf kieferorthopädische Erkrankungen oder eines Verdachtes auf pathologische Veränderungen vorselektiert. Sie wurden vor Beginn der kieferorthopädischen Behandlung auf das Vorliegen röntgenologischer Befunde untersucht, die die Gebißentwicklung stören oder die Behandlungsplanung und den Behandlungsablauf beeinflussen könnten. Dies geschah unabhängig von der Gebißerkrankung, die den Patienten primär zur Untersuchung geführt hatte.
Die Patienten, 49,9 % Jungen und 50,1 % Mädchen, waren zur Zeit der hier ausgewerteten Anfangsaufnahmen zwischen 5 und 18 Jahre alt; es ergab sich die in Abb. 20 dargestellte Altersverteilung.
Bei den Panorama-Vergrößerungsaufnahmen mit dem "Panoramix"-Gerät (vgl. 1.4.5.1.) wurde eine Feinstfocus-Hohlanodenröhre in Standardeinstellung in den Mund des Patienten eingebracht. Hierbei ist die Röntgenröhre in der Mittellinie, im Oberkiefer um 15 Grad nach oben und im Unterkiefer um 3 Grad nach unten geneigt. Ober- und Unterkiefer werden nach vorne in einem Raumwinkel von 270 Grad durchstrahlt, und ein außen bogenförmig angelegter Film panoramaartig belichtet.
Die Aufnahmen, auf folienlose Doneofilme des Formates 10 x 24 cm belichtet (50 kV / 0,5 mA), wurden anschließend im Labor (Tankentwicklung) fertiggestellt.

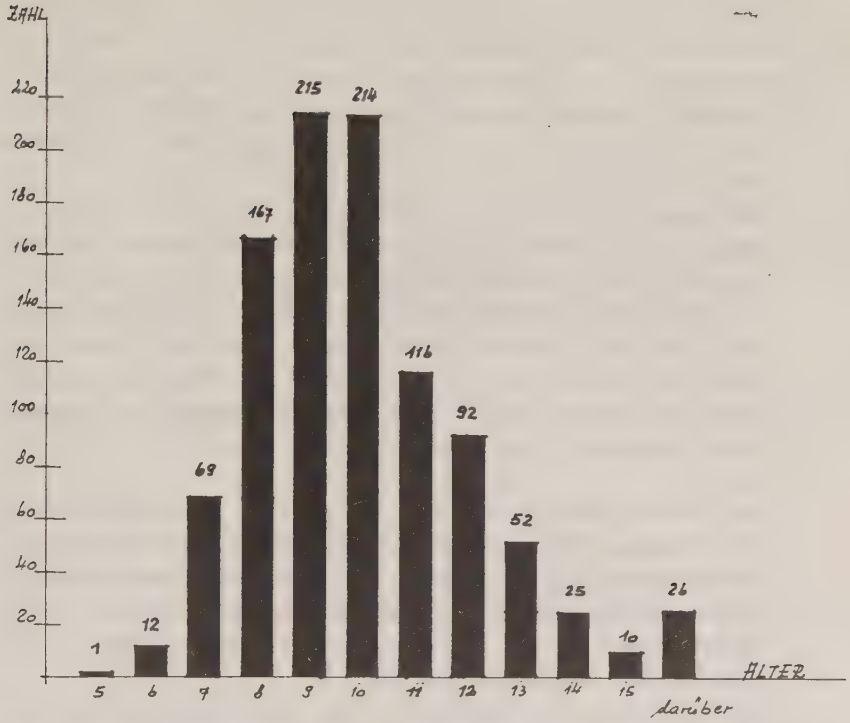


Abb. 20 Altersverteilung der untersuchten 1.000 Patienten

2.2. Erfahrungen bei der Bildauswertung konnten bei der Anwendung des doch recht umfangreichen Auswertungskataloges (vgl. 2.3.) in großem Umfang gesammelt werden; hiervon sind besonders zu nennen:

- Eine genaue Kenntnis der Anatomie und der Entwicklung des Gebisses sind Grundvoraussetzungen der Röntgenbildauswertung.
- Das jeweils angewandte Röntgenverfahren muß dem Auswerter in seinem Umfang der Strukturdarstellung und in seinen Schwächen bekannt sein.

- Bei der Auswertung sollte man nach einem vorher festgelegten topographischen Schema vorgehen, um alle Punkte des Auswertungskataloges zu erfassen. Dabei erscheint es zweckmäßig, die Übersichtsaufnahmen in eine Zone I von direktem kieferorthopädischen Interesse und in eine Zone II von indirektem kieferorthopädischen Interesse aufzuteilen (Abb. 21).
- Man beginnt damit, von der Mittellinie ausgehend, die Zähne durchzuzählen (Zahnappell). Hierbei können zugleich einige Punkte des Auswertungskataloges erfaßt werden.
- Die restlichen Befunde sollten ebenfalls in der Reihenfolge des Kataloges erhoben werden, wobei man quadrantenweise die Zonen I und II untersucht. Es zeigt sich, daß somit ein zeitraubendes, mit Verwechslungsgefahr verbundenes "Springen" des Auges auf dem Röntgenbild vermieden wird.
- Schließlich sollten auf dem Röntgenbild Registriernummer, vollständiger Name, sowie Geburts- und Aufnahmedatum des Patienten vermerkt sein. Ohne Kenntnis des Kalenderalters können anhand der Röntgenbilder allein keine Beurteilungen über den Stand und den weiteren Ablauf des Zahnwechsels abgegeben werden.
- Name und Registriernummer auf dem Film verhüten zugleich Bildverwechslungen mit ihren unter Umständen für den Patienten unangenehmen Folgen. Eine reproduzierbare Zuordnung zwischen Röntgenbild und Befundblatt bleibt gegeben.

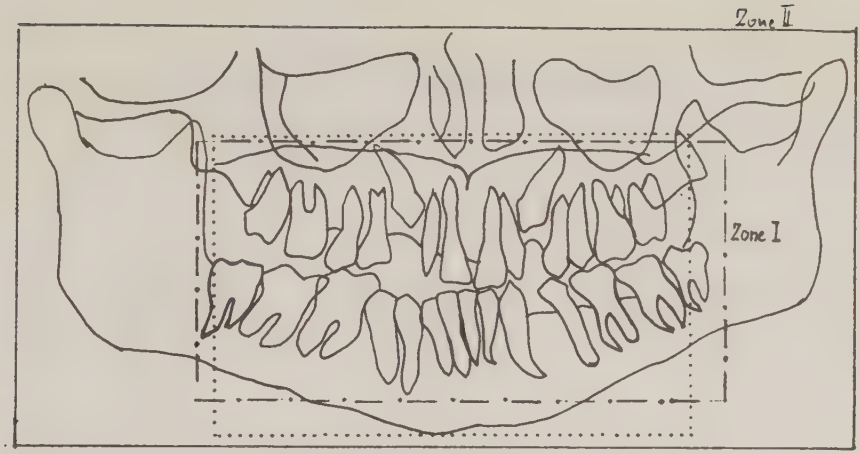


Abb. 21 Durchzeichnung einer "Orthopantomograph"-Schichtaufnahme mit den Zonen I und II sowie den von zwei "Panoramix"-Röntgenbildern erfaßten Gebißregionen (.....).

2.3. Auswertungsmethode und Erfassung der Ergebnisse haben sich an der Fragestellung der Untersuchung sowie an den genannten Besonderheiten des Aufnahmeverfahrens und der Bildprojektion zu orientieren:

- Registrierung aller röntgenologischen, mit der Panorama-Vergrößerungstechnik erfaßbaren Befunde, in den Altersgruppen von 6 bis 18 Jahren;
- schwerpunktmäßige Berücksichtigung der kieferorthopädisch bedeutsamen Befunde in diesen Altersgruppen (vgl. 1.3.);
- Aufgliederung der Befunde nach dem Grad ihrer Beeinflussung der Gebißentwicklung und nach ihrer Behandlungsbedürftigkeit.

Unter diesen Gesichtspunkten wurde ein Auswertungskatalog erstellt, mit dem wir jede Aufnahme systematisch überprüften. Die anhand des Kataloges erarbeiteten Ergebnisse werden im folgenden (Tab. 1 und 2; Abb. 22- 33) dargestellt:

Tab. 1 Röntgenbild-- Auswertungskatalog und ermittelte Befunde

1.	Zahnunterzahl	64,5%
1.1.	verspäteter Zahnwechsel	0,5%
1.2.	projektorische Verlagerung oder Retention von Zähnen	52,0%
1.3.	Nichtanlage von Zähnen	12,0%
2.	Zahnüberzahl	4,2%
2.1.	Mesiodentes	0,2%
2.2.	Zapfenzähne oder Odontoide	3,4%
2.3.	Doppelanlagen	0,6%
2.4.	Odontome	0,0%
3.	Anomalien der Zahnentwicklung und der Hartgewebemineralisation	17,4%
3.1.	Störungen der Keimentwicklung	2,4%
3.2.	Störungen der Wurzelmineralisation	1,6%
3.3.	Störungen der Kronenmineralisation	2,2%
3.4.	Follikuläre Zysten	3,2%
3.5.	Anomalien der Wurzelzahl	1,7%
3.6.	Anomalien der Wurzelform	5,6%
3.7.	Fraktur der Wurzel	0,7%
4.	Projektorisch enge Keimlage	36,0%
5.	Erkrankungen im Bereich der Parodontien und des periapikalen Raumes	13,7%
5.1.	Horizontaler Knochenabbau	2,7%
5.2.	Vertikaler Knochenabbau	1,5%
5.3.	Kombination von 5.1. und 5.2.	2,8%
5.4.	Periapikale Veränderungen an Milchzähnen	5,1%
5.5.	Radikuläre Zysten	0,1%

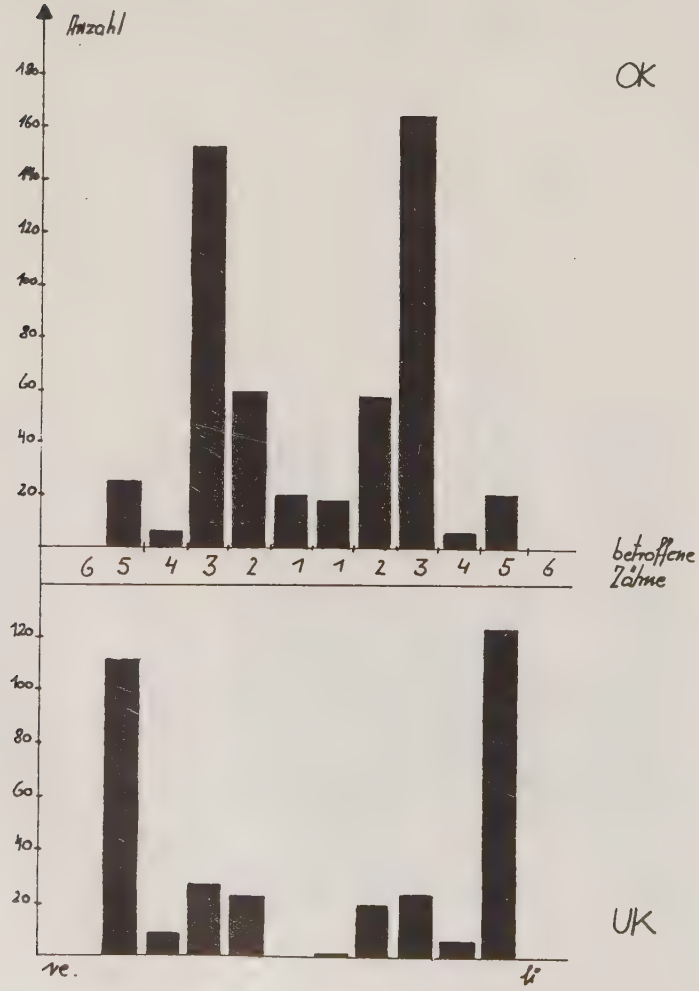
Tab. 2 Röntgenbild - Auswertungskatalog und ermittelte Befunde

6.	Zahnkaries	46,3%
6.1.	Approximalkaries	39,9%
6.2.	Sekundärkaries	6,4%
7.	Mängel zahnärztlicher Versorgung	30,6%
7.1.	Mangelhafte Füllungen	
7.2.	Ausbleibende Entfernung persistierender Milchzähne, überzähliger Zähne und Wurzelreste	10,8%
8.	Einzelbefunde	19,8%
8.1.	Metallische und andere Fremdkörper	2,7%
8.2.	Zahnlückenbuchten der Kieferhöhle	0,5%
8.3.	Chronische Entzündungen und Sequester des Kieferknochens	0,4%
8.4.	Überschußbildungen des Kieferknochens und andere Strukturveränderungen	0,1%
8.5.	Tumoren	0,0%
8.6.	Frakturen und Frakturfolgen an Zähnen und Kieferknochen	0,0%
8.7.	Hemmungsmißbildungen der Kiefer (LKG-Spalten)	0,0%
8.8.	Transposition von Zahnkeimen	1,2%
		0,5%

Aufschlüsselung des Punktes 1.2.

Bei den 1000 untersuchten Patienten wurden 520 Fälle von projektorischer Verlagerung oder Retention von Zähnen festgestellt, was einem Prozentsatz von 52% entspricht. Im Folgenden wird die Verteilung dieser Befunde auf die einzelnen Zähne sowie Ober- und Unterkiefer erläutert.

Abb. 22 Aufschlüsselung des Punktes 1.2. nach Anzahl der davon betroffenen Zähne



Von den 520 betroffenen Fällen zeigten den Befund, aufgeteilt nach der Lage:

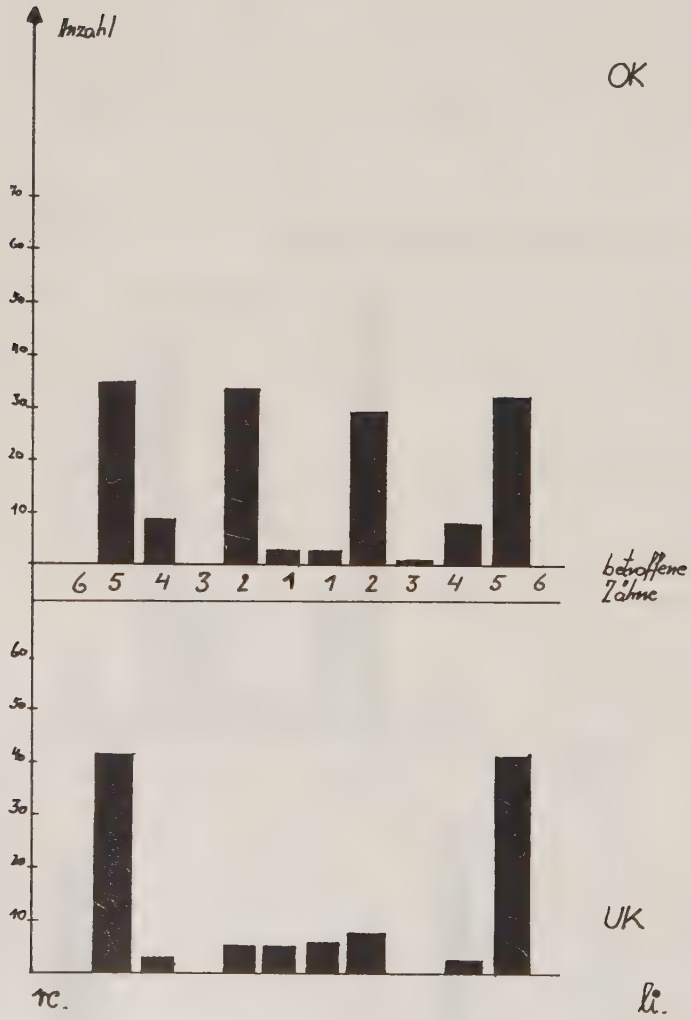
nur im Oberkiefer	294 Fälle	(56,53%)
nur im Unterkiefer	182 "	(35,00%)
in Ober- und Unterkiefer	44 "	(8,47%)
an einem Zahn	208 "	(40,00%)
an zwei Zähnen	187 "	(35,96%)
an mehr als zwei Zähnen	45 "	(8,70%)

Aufschlüsselung des Punktes 1.3.

Bei der Gesamtheit der untersuchten Patienten wurden 120 Fälle (12%) mit Nichtanlagen von bleibenden Zähnen fest gestellt. Von diesen Patienten zeigten den Befund:

nur im Oberkiefer	55 Fälle	(45,90%)
nur im Unterkiefer	42 "	(35,00%)
in Ober- und Unterkiefer	23 "	(19,10%)
an einem Zahn	46 "	(38,30%)
an zwei Zähnen	44 "	(36,70%)
an mehr als zwei Zähnen	30 "	(25,00%)

Abb. 2b Aufschlüsselung des Punktes 1.2. nach Anzahl der davon betroffenen Zähne.



Aufschlüsselung des Punktes 2.2.

4 der untersuchten Patienten (3,4%) zeigten Zapfenzähne oder Odontoide. Von den betroffenen Patienten bei dem der Befund:

nur im Oberkiefer	32 Fälle	(94,11%)
nur im Unterkiefer	2 "	(5,89%)
im Ober- und Unterkiefer	-	
an einem Zahn	21 "	(61,8o%)
an zwei Zähnen	7 "	(2o,6o%)
an mehr als zwei Zähnen	6 "	(17,6o%)

Alle Odontoide im Oberkiefer befanden sich im Frontzahnbereich, während im Unterkiefer ein Odontoid bei dem Zahn 32 und einmal vier Odontoide im Bereich der Prämolaren gefunden wurden.

Aufschlüsselung des Punktes 2.3.

Doppelanlagen von Zähnen wurden bei 6 Patienten (0,6%) festgestellt. Alle befanden sich im Bereich der oberen Frontzähne.

Aufschlüsselung des Punktes 3.1.

Störungen in der Keimentwicklung wurden bei 24 der untersuchten Patienten (2.4%) festgestellt Von den betroffenen Fällen zeigten den Befund:

nur im Oberkiefer	5 Fälle	(2o,83%)
nur im Unterkiefer	18 "	(75,oo%)
im Ober- und Unterkiefer	1 "	(4,17%)
an einem Zahn	18 "	(75,oo%)
an zwei Zähnen	4 "	(15,oo%)
an mehr als zwei Zähnen	2 "	(8,4o

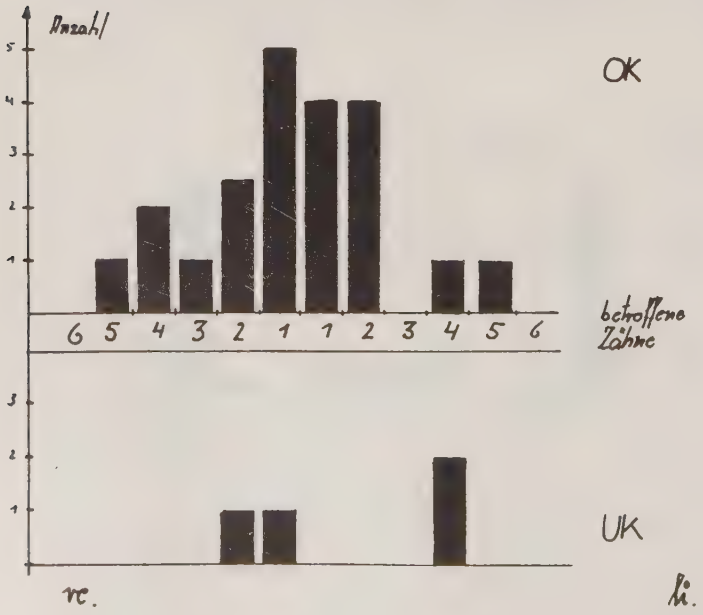
[illegible] waren von Störungen in der Keimentwicklung betroffen waren die Zähne 35 und 45 (1% um [illegible], [illegible] oder von 3, 12, 1% und [illegible] mit je einem geschädigten Zahn.

Aufschlüsselung des Punktes 3.2.

Bei 16 Patienten (1,[illegible]%) traten Störungen in der Mineralisation von Zahnwurzeln auf. Diesen Befund zeigten:

nur im Oberkiefer	12 Fälle	(75,00%)
nur im Unterkiefer	3 "	(18,75%)
im Ober- und Unterkiefer	1 "	([illegible])
an einem Zahn	2 "	(12,00)
an zwei Zähnen	4 "	(25,00%)
an mehr als zwei Zähnen	4 "	(25,00)

Abb. 24 Aufschlüsselung des Punktes 3.2. nach Anzahl der davon betroffenen Zähne.

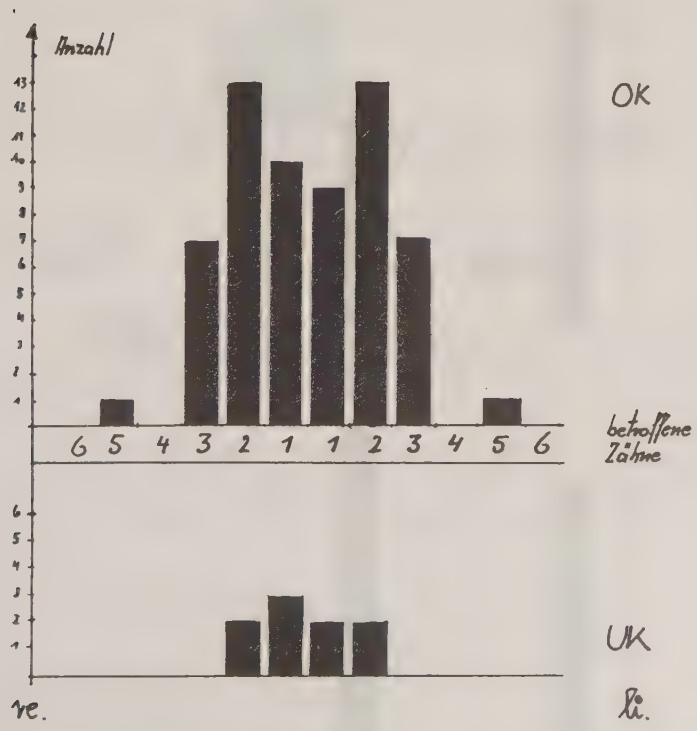


Aufschlüsselung des Punktes 3.3.

Störungen in der Kronenmineralisation bleibender Zähne traten bei 22 Patienten (2,2%) auf. Von diesem Befund waren betroffen:

nur im Oberkiefer	17 Fälle	(86,2o%)
nur im Unterkiefer	1 "	(4,6o%)
in Ober- und Unterkiefer	2 "	(9,2o%)
an einem Zahn	6 "	(27,3o%)
an zwei Zähnen	8 "	(36, 4%)
an mehr als zwei Zähnen	8 "	(36,35%)

Abb. 25 Aufschlüsselung des Punktes 3. . nach Anzahl der davon betroffenen Zähne.

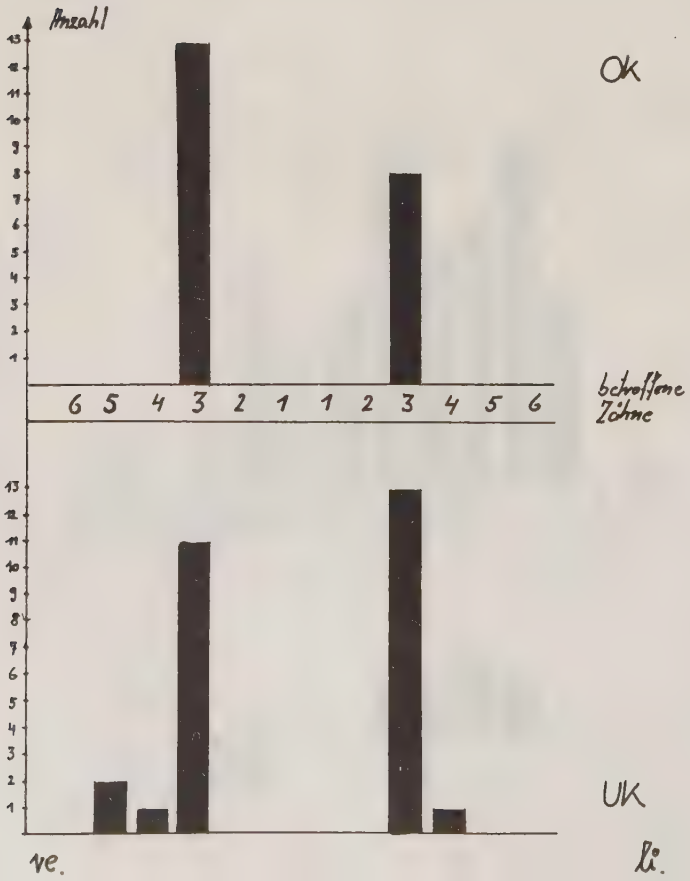


Aufschlüsselung des Punktes 3.4.

Follikuläre Zysten wurden bei 32 der untersuchten 1000 Patienten gefunden, was 3,2% entspricht. Es zeigten diesen Befund:

nur im Oberkiefer	14 Fälle	(43,75%)
nur im Unterkiefer	17 "	(53,12%)
in Ober- und Unterkiefer	1 "	(3,13%)
an einem Zahn	17 "	(53,12%)
an zwei Zähnen	14 "	(43,75%)
an mehr als zwei Zähnen	1 "	(3,13%)

Abb. 26 Aufschlüsselung des Punktes 3.4. nach Anzahl der davon betroffenen Zähne

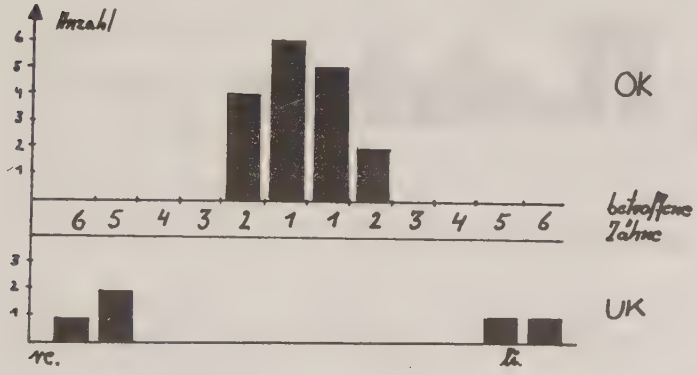


Aufschlüsselung des Punktes 3.5.

Anomalien in der Wurzelzahl wurden bei 17 Patienten (1,7%) gefunden. Diesen Befund zeigten:

nur im Oberkiefer	14 Fälle	(82,6o%)
nur im Unterkiefer	3 "	(17,4o%)
in Ober- und Unterkiefer	-	
an einem Zahn	12 "	(7o,6o%)
an zwei Zähnen	4 "	(23,6o%)
an mehr als zwei Zähnen	1 "	(5,8o%)

Abb. 27 Aufschlüsselung des Punktes 3.5. nach Anzahl der davon betroffenen Zähne

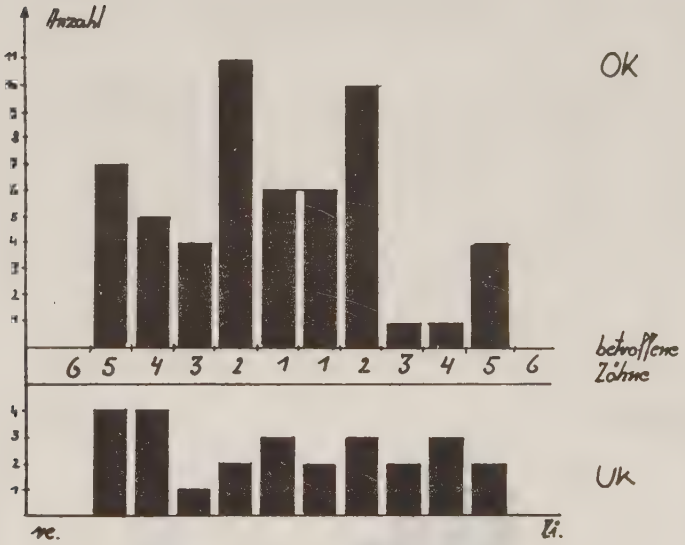


Aufschlüsselung des Punktes 3.6.

Von den untersuchten 1000 Patienten wurden bei 56 (5,6%) eine Anomalie der Wurzelform an einem oder mehreren Zähnen festgestellt. Diesen Befund zeigten:

nur im Oberkiefer	3o Fälle	(54,3o%)
nur im Unterkiefer	18 "	(32,15%)
in Ober- und Unterkiefer	2 "	(3,6o%)
an einem Zahn	35 "	(62,5o%)
an zwei Zähnen	13 "	(23,3o%)
an mehr als zwei Zähnen	5 "	(8,9%)

Abb. 2 Aufschlüsselung des Punktes 3.6. nach Anzahl der davon betroffenen Zähne



Aufschlüsselung des Punktes 3.7.

Die Fraktur einer Zahnwurzel wurde bei 7 der untersuchten Patienten festgestellt (0,7%). Von diesen Fällen zeigten den Befund:

nur im Oberkiefer	7 Fälle (1oo,oo%)
nur im Unterkiefer	-
in Ober- und Unterkiefer	-
an einem Zahn	6 " (85,7o%)
an zwei Zähnen	1 " (14,3o%)
an mehr als zwei Zähnen	-

Alle diese Befunde wurden im Bereich der Oberkieferfront von 12 bis 22 gefunden.

Aufschlüsselung des Punktes 4.

Bei 360 der untersuchten Patienten wurde eine projektorisch enge Keimlage im Bereich der Eckzähne und Prämolaren festgestellt, was einem Prozentsatz von 36% entspricht. Es zeigten diesen Befund:

	einseitig	zweiseitig
nur im Oberkiefer	91 Fälle (25,30%)	203 Fälle (56,40%)
nur im Unterkiefer	10 " (2,78%)	11 " (3,00%)
in Ober- und Unterkiefer	45 " (12,52%)	-

Aufschlüsselung der Punkte 5.1. 5.2. und 5.3.

Horizontaler und vertikaler Knochenabbau sowie die Kombination dieser beiden Krankheitsbilder wurde insgesamt bei 70 Patienten (7%) angetroffen, wobei der Befund nur im Frontzahnbereich, hier aber an allen Zähnen festgestellt wurde. Es zeigten diesen Befund:

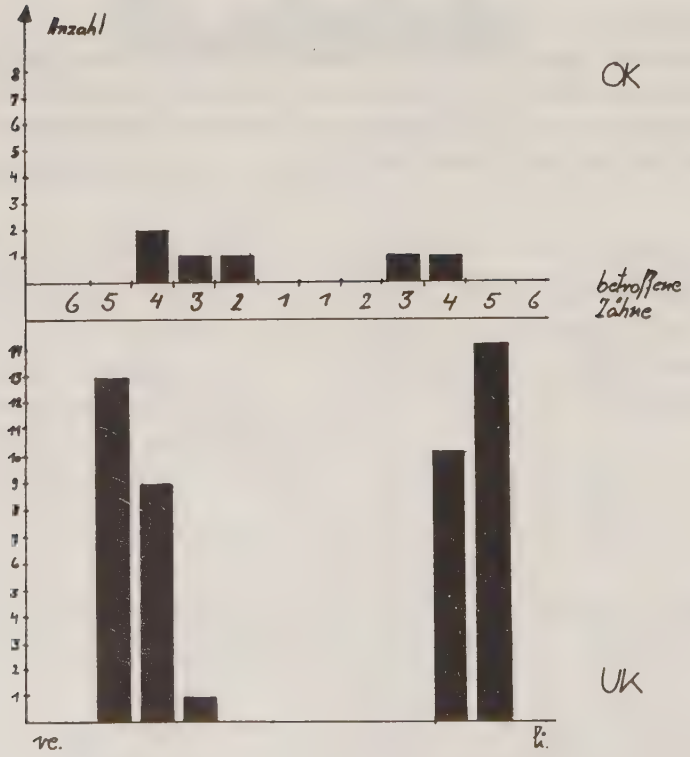
	[illegible]	[illegible]	[illegible]
nur im Oberkiefer	4 (5,72%)	2 (2,86%)	5 (7,14%)
nur im Unterkiefer	21 (30,00%)	12 (17,14%)	6 (8,57%)
in Ober- und Unterkiefer	2 (2,86%)	1 (1,43%)	0 (0,00%)

Aufschlüsselung des Punktes 5.4.

Periapikale Veränderungen an Milchzähnen mit ihren zum Teil schweren möglichen Schädigungen an Keimen bleibender Zähne wurden bei 51 Patienten (5,1%) festgestellt. Es zeigten diesen Befund:

nur im Oberkiefer	18 Fälle	(35,3o%)
nur im Unterkiefer	33 "	(64,7o%)
in Ober- und Unterkiefer	-	
an einem Zahn	43 "	(84,3o%)
an zwei Zähnen	6 "	(11,8o%)
an mehr als zwei Zähnen	2 "	(3,9o%)

Abb. 29 Aufschlüsselung des Punktes 5.4. nach Anzahl der davon betroffenen Zähne



Aufschlüsselung des Punktes 5.5.

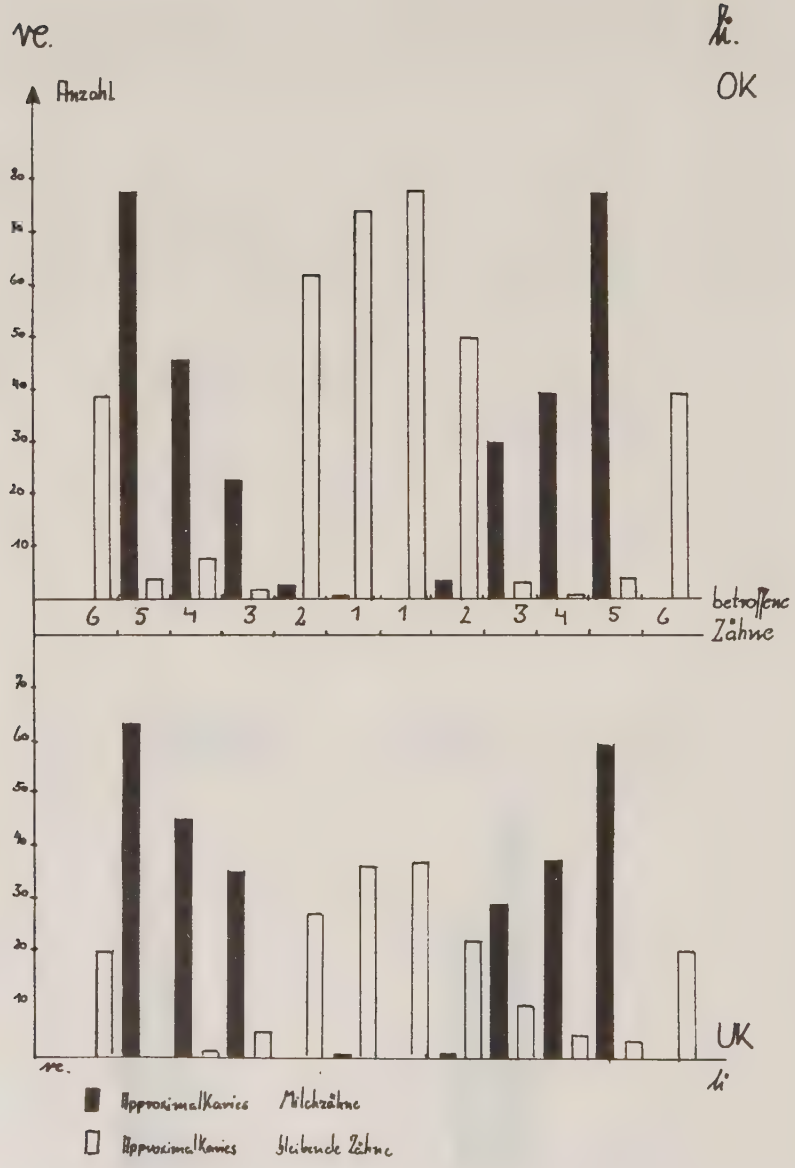
Bei den untersuchten Patienten wurde nur einmal (0,1%) eine radikuläre Zyste festgestellt, die allerdings so ausgedehnt war, daß die Keime dreier bleibender Zähne verdrängt worden waren

Aufschlüsselung des Punktes 6.1.

Approximalkaries konnte bei 399 der Patienten (39,9o%) durch das Röntgenbild einwandfrei nachgewiesen werden. Von den betroffenen Fällen zeigten diesen Befund:

nur im Oberkiefer	188 Fälle	(47,12%)
nur im Unterkiefer	131 "	(32,83%)
in Ober- und Unterkiefer	80 "	(2o,o5%)
an einem Zahn	92 "	(23.o6%)
an zwei Zähnen	127 "	(31,83%)
an mehr als zwei Zähnen	180 "	(45,11%)

Abb. 30 Aufschlüsselung des Punktes 6.1. nach Anzahl der davon betroffenen Zähne

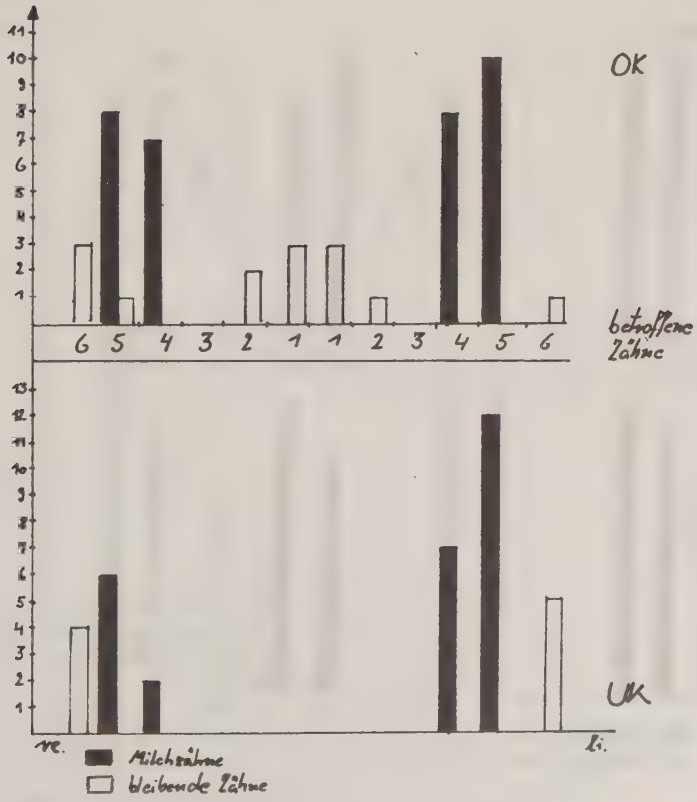


Aufschlüsselung des Punktes 6.2.

Bei 64 Patienten (6,4%) wurde im Röntgenbild Sekundärkaries festgestellt. es zeigten diesen Befund:

nur im Oberkiefer	33 Fälle	(51,6o%)
nur im Unterkiefer	30 "	(46,9o%)
in Ober- und Unterkiefer	1 "	(1,5o%)
an einem Zahn	47 "	(73,4o%)
an zwei Zähnen	13 "	(2o,3o%)
an mehr als zwei Zähnen	4 "	(6,3o%)

Abb. 31 Aufschlüsselung des Punktes 6.2. nach Anzahl der davon betroffenen Zähne

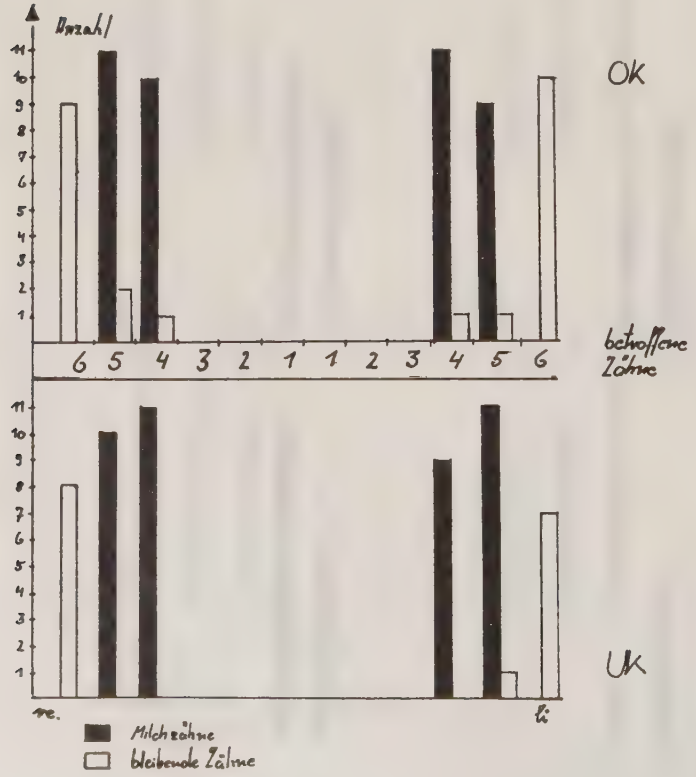


Aufschlüsselung des Punktes 7.1.

Mangelhafte Füllungen wurden bei 108 der untersuchten Patienten festgestellt (10,8%). Es zeigten diesen Befund:

nur im Oberkiefer	54 Fälle	(5o,oo%)
nur im Unterkiefer	47 "	(43,5o%)
in Ober- und Unterkiefer	7 "	(6,5o%)
an einem Zahn	69 "	(63,9o%)
an zwei Zähnen	27 "	(25,oo%)
an mehr als zwei Zähnen	12 "	(11,1o%)

Abb. 32 Aufschlüsselung des Punktes 7.1. nach Anzahl der davon betroffenen Zähne

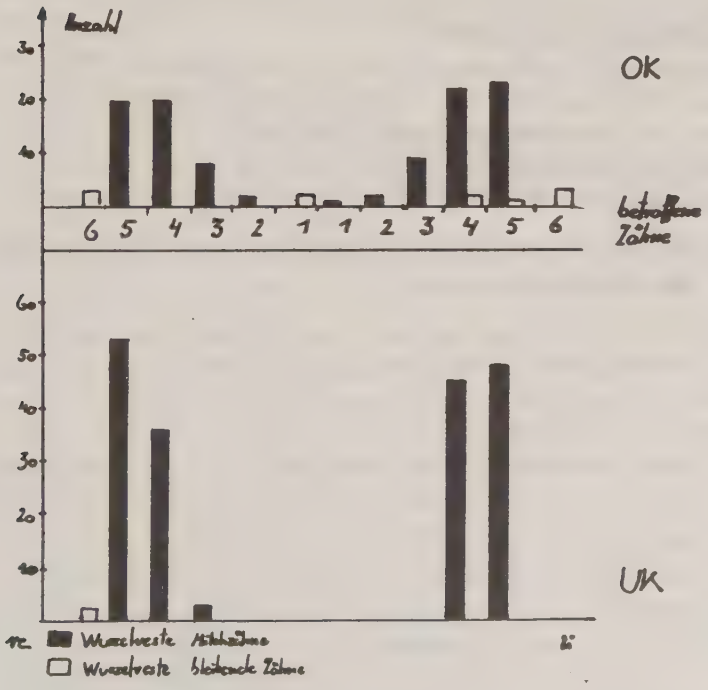


Aufschlüsselung des Punktes 7.2.

Die Entfernung von persistierenden Milchzähnen, von überzähligen Zähnen und Wurzelresten wurde bei 198 Patienten (19,8%) versäumt. Es zeigten diese Befunde:

nur im Oberkiefer	64 Fälle	(32,3o%)
nur im Unterkiefer	112 "	(56,6o%)
in Ober- und Unterkiefer	22 "	(11,1o%)
an einem Zahn	127 "	(64,1o%)
an zwei Zähnen	50 "	(25,3o%)
an mehr als zwei Zähnen	21 "	(1o,6o%)

Abb. 33 Aufschlüsselung des Punktes 7.2. nach Anzahl der davon betroffenen Zähne



Die Entfernung doppelt angelegter Zähne unterblieb in 6 Fällen im Bereich der Oberkieferfront.

Die unter den Punkten 1.2. und 4. erfaßten Befunde der primären Zahnkeimverlagerung, der Retention und Verlagerung von Zähnen sowie der "engen Keimlage" bedürfen einer Erläuterung:
Bei den untersuchten Patienten der kieferorthopädischen Abteilung ist eine gewisse Vorauswahl durch überweisende Haus- oder Schulzahnärzte nicht auszuschließen.
Ferner sind bei den von uns ausgewerteten Panorama-Vergrößerungsaufnahmen verfahrensbedingte und aufnahmetechnische Projektionsfehler vorhanden (vgl. 1.4.5.1.).
In diesen Ergebnissen sind daher auch verdächtige Befunde aufgenommen, die mit Zahnfilm-Zielaufnahmen zu überprüfen wären.
Die Kriterien zur Erfassung der unter 1.2. genannten Befunde waren:

- projektorisch anomale Lage oder Achsenrichtung des betreffenden Zahnkeimes;
- erhebliche Retardierung im Durchbruch gegenüber dem entsprechenden Zahn auf der Gegenseite, verbunden mit einer projektorischen Lückeneineingung;
- deutliche projektorische Engstände der Zahnkeime, die ihren normalen Durchbruch nicht mehr erwarten ließen.

Diese Ergebnisse wurden mit Stichproben an 200 Fällen überprüft und bestätigt.

3.0. Diskussion

Die Häufigkeit erblicher und umweltbedingter Gebißanomalien bei Kindern und Jugendlichen ist heute sehr groß; eine spürbare Verbesserung dieser derzeitigen Situation kann nur durch frühzeitig eingeleitete, gezielte Maßnahmen der allgemeinzahnärztlichen und kieferorthopädischen Prophylaxe sowie der Frühbehandlung erreicht werden.
Die röntgenologische Gesamtuntersuchung des Gebisses während des Zahnwechsels stellt dabei neben der klinischen Untersuchung ein wertvolles Mittel dar, präventiv bedeutsame Informationen über den Zustand des kindlichen Gebisses, über seine weitere Entwicklung sowie über zu erwartende Störungen zu erhalten.
Röntgenuntersuchungen beim Kind und beim Jugendlichen erfordern die Beachtung verschiedener Gesichtspunkte.
Das jeweils für eine Gebißübersicht angewandte Röntgenverfahren

- darf nur möglichst geringe somatische und genetische Strahlenbelastungen auslösen;
- muß eine kindergerechte Durchführung erlauben;
- sollte hohe projektorische Bildqualität mit großem Informationswert verbinden;
- sollte möglichst geringen Zeitaufwand für die Darstellung des Gebisses und für die Bildauswertung erfordern.

Ein Vergleich verschiedener, in der Literatur zur Anfertigung von Gebißübersichten beschriebener Röntgenverfahren zeigt, daß unter der Voraussetzung der Röntgenuntersuchung am Kind oder am Jugendlichen die Panorama-Übersichtsaufnahmetechniken (Panorama-Vergrößerungsaufnahmen und Panorama-Schichtaufnahmen) besonders geeignet sind:

- Der Überblick über die Gebißsituation ist gut, denn die Kiefer werden in räumlichem Zusammenhang dargestellt;
- ein Seitenvergleich und eine Beurteilung der Raumverhältnisse sind abnängig vom Aufnahmeverfahren in unterschiedlichem Umfang möglich;
- die umgebenden Strukturen der Kiefer werden erfaßt. Daher ist kaum zu befürchten, daß Befunde aus der Umgebung der

Zähne aufgrund nicht ausreichender Filmformate, ungenauer Aufnahmeeinstellung oder ungünstiger Projektionsbedingungen übersehen werden;
- der Zeitaufwand erfordert durchschnittlich mit 3 bis 3,5 Minuten für einen Panorama-Übersichtsstatus nur etwa 15 - 20 % der Aufnahme- und Laborzeit eines Zahnfilmstatus, für den man etwa 15 Minuten rechnen kann;
- der Materialkostenaufwand bleibt niedrig. Setzt man den Materialaufwand eines Zahnfilmstatus mit 10 Aufnahmen gleich 100 %, so kostet ein Vergrößerungsaufnahmestatus 90 % und ein Schichtaufnahmestatus nur etwa 50 % dieses Betrages;
- die großformatigen Panorama-Staten sind leicht zu kennzeichnen. Name, Geburtsdatum und Registriernummer des Patienten können, im Gegensatz zu den Zahnfilmaufnahmen, auf dem Film dokumentiert werden. Dies erleichtert die Archivierungsarbeit und beugt der Verwechslungsgefahr vor.

Die bei unserer Untersuchung ausgewerteten Panorama-Vergrößerungsaufnahmen wurden mit dem "Panoramix"-Verfahren (Koch & Sterzel) angefertigt. Das Verfahren besitzt die genannten Vorteile, es ist damit für Gebiß-Röntgenuntersuchungen von Kindern und Jugendlichen durchaus geeignet. Allerdings müssen einige Nachteile in Kauf genommen werden:

- erhebliche Strahlenbelastung der Zunge und der Mundschleimhaut;
- uneinheitliche Objektvergrößerung und Bildverzerrung in den einzelnen Kieferabschnitten;
- Überlagerungsprojektionen im Seitenzahnbereich.

Ein Vergleich des Verfahrens mit der Panorama-Schichtaufnahmetechnik ergibt, daß hier solche Nachteile ausgeschaltet sind; man findet:
- eine optimal geringe Strahlenbelastung. Mit einer Hautoberflächendosis von 0,25 Millirem und einer Gonadensosis von 0,025 Millirem (Aufnahmen mit dem Orthopantomographen und Verwendung von Bleigummischürzen) je Aufnahme erfüllt die Schichtaufnahmetechnik am besten die Forderung, bei möglichst geringer Strahlenbelastung den höchsten Informationswert der Aufnahme zu erhalten;

- eine etwa gleichmäßige Vergrößerung und Bildverzerrung im Front- und Seitenzahnbereich;
- keine Belästigung des Patienten durch intraorale Manipulationen, dies ist auch für die Einhaltung hygienischer Anforderungen von Bedeutung.
- Zudem besteht bei diesem Verfahren die Möglichkeit, die Aufnahmen am stehenden Patienten vorzunehmen und damit die Gonadendosis noch weiter herabzusetzen.

Aufgrund dieser Fakten kann man feststellen, daß Panorama-Übersichtsaufnahmetechniken mit dem Schichtaufnahmeverfahren für Röntgen-Übersichtsdarstellungen des Gebisses bei Kindern und Jugendlichen besonders geeignet erscheinen.

Die Auswertung der Panorama-Vergrößerungsstaten von 1.000 Patienten der Altersgruppen 6 - 18 Jahre aus der kieferorthopädischen Abteilung des Medizinischen Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Marburg ergab, daß 94,1 % der untersuchten Fälle, die im Zeitraum 1968 bis 1975 aufgenommen wurden, pathologische Röntgennebenbefunde aufweisen, die die Gebißentwicklung nachteilig beeinflussen können oder sie gestört haben. Nur 5,9 % der Fälle waren röntgenologisch völlig unauffällig. Dieses Ergebnis erscheint im Vergleich zu anderen Untersuchungen aus den 60iger Jahren relativ hoch. So fanden KEIL und SPETH-ESCHENBRENNER[33] bei 25,1 % der Fälle pathologische, nur im Röntgenbild sichtbare Veränderungen. Untersuchungen aus den späten 60iger und den 70iger Jahren, so von OSORIO-SANCHEZ[46] (74 % Nebenbefunde) und ROTTKE[61] (80 % Nebenbefunde), lassen sich mit den Ergebnissen unserer Arbeit eher vergleichen.

Zur Erläuterung unserer Ergebnisse ist zu sagen, daß es sich bei den untersuchten Fällen um Patienten einer kieferorthopädischen Fachabteilung handelt, also eine gewisse Selektion durch überweisende Haus- oder Schulzahnärzte besteht. Weiter wurden auch Diagnosen, wie versteckte, klinisch nur bedingt nachweisbare Karies oder röntgenologisch sichtbare Mängel der zahnärztlichen Versorgung, in unseren Auswertungskatalog aufgenommen, die sich auf die weitere Gebißentwicklung nachteilig auswirken würden. Sie umfassen als alleinige Befunde 7,2 % der Fälle. Die

enge Keimlage faßt die Befunde zusammen, die ohne kieferorthopädische Steuerung des Zahnwechsels sehr wahrscheinlich zu Okklusionsanomalien führen würden; hierbei sind allerdings Projektionsfehler des Röntgenverfahrens (Überlagerungsprojektionen) zu berücksichtigen. Sie umfaßt 5,7 % der alleinigen Befunde. Zusammen mit der großen Zahl projektorischer Verlagerungen (vgl. Abb. 22, 1.2) deutet dies auf eine Unsicherheit des Panorama-Vergrößerungsaufnahmeverfahrens hin.

Hinzu kommen noch 7,1 % der Fälle, die sich aus einer Kombination von zwei oder mehr der eben genannten Befunde zusammensetzen, ohne daß ein anderer pathologischer Röntgenbefund nachweisbar ist.

Selbst wenn man diese Fallzahl von der Gesamtheit der röntgenologisch behandlungsbedürftig erscheinenden Fälle abzieht, so bleibt mit 74,1 % ein sehr hoher Prozentsatz behandlungsbedürftiger, die Gebißentwicklung negativ beeinflussender Nebenbefunde. Solche Zahlen unterstreichen die Notwendigkeit verstärkter präventiver Maßnahmen der Zahnheilkunde und der Kieferorthopädie im Kindesalter, während der Entwicklungsphase des Gebisses. Die frühzeitige Prophylaxe und die Früherkennung von Fehlentwicklungen können einerseits der Entstehung von Gebißanomalien vorbeugen. Andererseits werden bereits bestehende Anomalien in einem Stadium erfaßt, in dem durch die günstige Reaktionsweise der Gewebe im Kindesalter vielfach kürzere und einfachere Behandlungsmaßnahmen die Gebißsituation normalisieren können. Dies wirkt sich nicht zuletzt auch auf den Sektor der Behandlungskosten günstig aus.

Neben der klinischen Untersuchung, wie sie im Rahmen der Jugendzahnpflege durchgeführt wird, könnte eine systematische Erfassung der Altersgruppen von 7 bis 9 Jahren durch eine einmalige röntgenologische Gebißuntersuchung zur Feststellung und Vermeidung von Gebißanomalien von großem Nutzen sein; dies wäre in Form einer Reihenuntersuchung denkbar. Die Panorama-Schichtaufnahmetechnik erscheint uns dabei, unter Berücksichtigung des heutigen Entwicklungsstandes der zahnärztlichen Röntgenologie, das

geeignetste Verfahren zu sein. Solche Röntgen-Reihenuntersuchungen des Gebisses könnten, ähnlich den mobilen Schirmbilduntersuchungen, vom öffentlichen Gesundheitsdienst durchgeführt werden. Untersuchungen anderer Autoren zeigen, daß mit dem Panorama-Vergrößerungsverfahren durchaus Frequenzen von 30 untersuchten Personen in der Stunde möglich sind. Mit einem Panorama-Schichtaufnahmegerät sind größere Frequenzen vorstellbar, sodaß mit einem Gerät überregional große Patientenzahlen der genannten Altersgruppen erfaßt werden könnten.
Daraus ergeben sich allerdings noch zahlreiche technische, organisatorische, finanzielle und nicht zuletzt juristische Fragestellungen. Sie erscheinen uns aber unter Berücksichtigung der hohen volksgesundheitlichen Bedeutung solcher Röntgenuntersuchungen durchaus lösbar.

4.0. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde darauf hingewiesen, daß aus kieferorthopädischer Sicht mit präventiven Maßnahmen, zu denen auch eine umfassende Röntgenuntersuchung des Gebisses gehören sollte, eine wesentliche Besserung der Gebißsituation bei Kindern und Jugendlichen durch Früherkennung und Frühbehandlung von Fehlentwicklungen erreicht werden kann.
Dazu wurde zunächst die Bedeutung röntgenologischer Befunde für die kieferorthopädische Behandlungsplanung und Behandlung anhand der neueren Literatur umrissen.
Ferner wurden verschiedene, in der Zahnheilkunde für Röntgen-Gebißübersichten beschriebene Röntgenverfahren dargestellt und ihre Eignung zur kieferorthopädischen Diagnostik beim Kind und beim Jugendlichen anhand der Literatur verglichen. Dabei ergab sich, daß Panorama-Übersichtsaufnahmen, vor allem die Panorama-Schichtaufnahmen, sehr gut für diese Zwecke geeignet sind.
Als Vorteile sind zu nennen:

- wesentlich verringerte Strahlenbelastung;
- keine Belästigung der Patienten durch intraorale Manipulationen;
- Darstellung der Zähne, der umgebenden Kieferstrukturen und des Gesichtsschädels in räumlichem Zusammenhang auf einem Bild;
- standardisierte Einstelltechnik, automatischer Ablauf der Bewegungsbahnen des Aufnahmesystems;
- geringerer Zeitaufwand für die Einzeluntersuchung und für die Bildauswertung;
- relativ geringer Kostenaufwand für die Untersuchung;
- vereinfachte Kennzeichnung und Archivierung der Röntgenaufnahmen.

Unsere eigenen Untersuchungen erbrachten eine Aussage über den Wert präventiver Röntgenuntersuchungen bei Kindern und Jugendlichen. Hierzu wurden Oberkiefer- und Unterkiefer-Panorama-Vergrößerungsaufnahmen von 1.000 Patienten der kieferorthopädischen Abteilung des Medizinischen Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Marburg

nach einem von uns anhand der Literatur aufgestellten Auswertungskatalog auf pathologische, die Gebißentwicklung beeinflussende, nur im Röntgenbild erkennbare pathologische Befunde untersucht. Die Patienten waren zwischen 6 und 18 Jahre alt und wurden zwischen 1968 und 1975 in der kieferorthopädischen Abteilung aufgenommen.
Die Auswertung ergab, daß bei 94,1 % der untersuchten Fälle solche Röntgenbefunde nachgewiesen werden konnten und nur 5,9 % der Fälle röntgenologisch unauffällig waren.
Diese Ergebnisse unterstreichen die Notwendigkeit verstärkter präventiver Maßnahmen mit einer röntgenologischen Untersuchung des Gebisses von Kindern und Jugendlichen; eventuell als Reihenuntersuchung in bestimmten Altersgruppen.
Schließlich wurde ein Schema zur Auswertung von Röntgenübersichtsstaten vorgeschlagen; unsere Erfahrungen bei der Auswertung wurden aufgezeigt.

5.0. Literaturverzeichnis

1) Balters, W. — Leitfaden der zahnärztlichen Röntgenkunde Heusser, Berlin (1925)

2) Bushong, C. — Reduction of Patient Exposure during dental Radiography Health Physics 21: 281-284 (1971)

3) Durner, H. — Röntgendiagnostik mit dem Status X in der zahnärztlichen Praxis Sonderdruck aus Elektro medica 5 (1971)

4) Durner, H. — Erfahrungen mit dem Status-X-Gerät in der zahnärztlichen Praxis Dtsch. zahnärztl. Z. 27: 1010 (1972)

5) Dürr, P. — Der Röntgen-Status bei der kieferorthopädischen Behandlung Zahnärztl. Welt/Reform 67: 351 (1965)

6) Emrich, R.E., Brodie, A.G. u. Blayney, J.R. — Prevalence of Class I, Class II and Class III malocclusions (Angle) in an urban population, an epidemiological study J. Dent. Res. 44: 947, Sept. Oct. (1965)

7) Endris, R. — Die Strahlenbelastung des Kindes bei Aufnahmen mit dem Spezial-Röntgengerät Panoramix Med. Diss. Mainz (1965)

8) Fischer — zitiert nach Pasler

9) Fleischer-Peters, A. — Eine neuartige Röntgendarstellung des gesamten Kieferbereiches Dtsch. zahnärztl. Z. 17: 1351 (1962)

10) Fleischer-Peters, A. — Die Anwendung von Röntgenübersichtsaufnahmen in der Kieferorthopädie Fortschr. Kieferorthop. 24: 150 (1963)

11) Frank, OFA
Persönliche Mitteilungen über Reihenuntersuchungen mit Panorama-Vergrößerungsaufnahmen
Flugmed. Institut der Luftwaffe
8080 Fürstenfeldbruck (1972)

12) Freitag, V. und Seidel, W.
Über die Häufigkeit von Nebenbefunden auf Panorama-Schichtaufnahmen
Dtsch. zahnärztl. Z. 27: 993 (1972)

13) Gasser, F.
Panoramix-Röntgenaufnahmen in der Plattenprothetik
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 80: 16, (1970)

14) Graber, T.M.
Panoramic radiography
Angle Orthodont. 36: 293, (1966)

15) Grabner, H. und Neumann, H.
Die Anwendung von Markierungsbelegen zur Dokumentation medizinischer Sachverhalte mittels universeller Verarbeitungsprogramme
Meth. Inf. Med. 8: 3 141, (1969)

16) Grabner, H. und Neumann, H.
Die Erfassung qualitativer medizinischer Angaben mit Hilfe von Endlosmarkierungen
Meth. Inf. Med. 8: 4 183, (1969)

17) Heger, H.
Untersuchungen über die Panoramix-Aufnahmetechnik und die Strahlenbelastung bei Panoramix-Mundfilmaufnahmen
Med. Diss. Tübingen (1964)

18) Hergt, P.
Über die Abhängigkeit von Strahlendosis und anthropometrischen Werten bei Aufnahmen mit dem Röntgengerät Orthopantomograph
Med. Diss. Mainz (1969)

19) Heuser, H. — Zahnärztliche Röntgendiagnostik
Verlag J.A. Barth, Leipzig (1958)

20) Hielscher, W. — Röntgenologische Gesamtdarstellung der Kiefer mit dem Spezial-Röntgenapparat Panoramix
Dtsch. zahnärztl. Z. 17: 811 (1962)

21) Hotz, R. — Orthodontie in der täglichen Praxis
Verlag Hans Huber, Bern/Stuttgart/Wien (1970)

22) Hotz, R. — Zahnmedizin bei Kindern und Jugendlichen
Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1972)

23) Hudson, D.C., Kumpula, J.W. und Dickson, G. — A Panoramic Dental X-ray Machine
US Armed Force M.J. 8: 46 (1957)

24) Hüsgen, W. — Die Strahlenbelastung des kieferorthopädischen Patienten
Fortschr. Kieferorthop. 35: 452 (1974)

25) Immenkamp, E. — Erfahrungen mit Panorama-Röntgenaufnahmen in der kieferchirurgischen Praxis
Dtsch. zahnärztl. Z. 27: 997 (1972)

26) Johnson, C.C. — Analysis of panoramic survey
Dent. Abstr. 1: 55 (1971)

27) Jung, T. — Die Panorama-Röntgenvergrößerungsaufnahme der Zähne und Kiefer
Dtsch. zahnärztl. Z. 17: 568 (1962)

28) Jung, T. — Die Panorex-Röntgenaufnahme in der Kieferorthopädie
Fortschr. Kieferorthop. 23: 101 (1962)

29) Jung, T. — Die Wiedergabe der Frontzahnregion auf Panorama-Schicht-Aufnahmen
Dtsch. zahnärztl. Z. 27: 972 (1972)

30) Jung,.T. und Lohmann, T.
Intraorale und intracranielle Dosismacima bei Panorama-Röntgenaufnahmen der Zähne und Kiefer
Dtsch. zahnärztl. Z. 18: 802 (1963)

31) Jung, T., Oberhoffer, G. und Schreinemacher, B.
Statistische Auswertung von Panorex-Aufnahmen für die Kieferorthopädie mit Hilfe elektronischer Datenverarbeitung und optischer Markierungslese-Verfahren
Dtsch. zahnärztl. Z. 23: 1362 (1968)

32) Kantorowicz, A.
Die Bedeutung des Lutschens für die Entstehung erworbener Fehlbildungen
Fortschr. Kieferorthop. 16: 109 (1955)

33) Keil, A. und Speth-Eschenbrenner, J.
Über Zahnanomalien bei 3.400 Patienten nach Röntgenstaten
Dtsch. Zahn-, Mund- u. Kieferheilk. 40: 108 (1963)

34) Kirsch, Th.
Strahlengefährdung und Strahlenschutz in der zahnärztlichen Röntgendiagnostik
A. Hüthig, Heidelberg (1960)

35) Kleef, B.-R.
Panorama-Röntgentechnik und Zahnstereoskopie mit dem Panoramix-Röntgenapparat
Med. Diss. Düsseldorf (1963)

36) Korkhaus, G.
Die Häufigkeit orthodontischer Anomalien in verschiedenen Lebensaltern
Dtsch. Mschr. Zahnheilk. 508 (1927)

37) Korkhaus, G.
Die Radiographie in der dentofazialen Orthopädie
VIII Congrès dentaire internationale
Bericht der Sektion VII 10-21
(2. bis 8. 8. 1931)

38) Korkhaus, G. — Die Hilfe des Röntgenbildes in der Kieferorthopädie
Zahnärztl. Rdsch. 63: 308 (1954)

39) Korkhaus, G. — Soziale Kieferorthopädie
Fortschr. Kieferorthop. 16: 105 (1955)

40) McCall — zitiert nach Pasler

41) McCoy — zitiert nach Pasler

42) Meinel, F. — Der Status X, eine Einrichtung für Panoramaaufnahmen der intraoralen Dental-Röntgen-Diagnostik
Dtsch. zahnärztl. Z. 27: 943 (1972)

43) Mills, L.F. — Epidemiologic studies of occlusion: The prevalence of malocclusions ina population of 1.455 school children
J. Dent. Res. 45: 332, March-April (1966)

44) Morris, C.R. — Abnormalities noted on panoramic radiographs
ORAL SURG. 28: 772 (1969)

45) Oberhoffer, G. — Prinzipien und Methoden der klinischen Befunddokumentation unter besonderer Berücksichtigung des Markierungs-Leseverfahrens
Elektro medica 5: 165 (1967)

46) Osorio-Sanchez, J.O. — Röntgenologische Zufallsbefunde in der Kieferorthopädie
Med. Diss. Bonn 1963

47) Ott, W. — Panorama-Röntgentechnik
Festschrift zur 50-Jahr-Feier der Graubündner Zahnärzte-Gesellschaft
Chur (1961)

48) Paatero, Y.V. — A new tomographical method for radiographing curved outer surfaces
Acta radiol. 32: 117 (1949)

49) Paatero, Y.V.	Pantomography in theory an use Acta radiol. 41: 321, (1954)
50) Paatero, Y.V.	Die Anwendung der Pantomographie für klinische Untersuchungen Fortschr. Röntgenstr. 82: 525 (1955)
51) Parma, C.	Röntgenographie der Zähne und Kiefer Urban und Schwarzenberg, Berlin/Wien (1929)
52) Pasler, F.A.	Orthopantomographie in der zahnärztlichen Praxis Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 83: 1163 (1973)
53) Passet, J.C. und Villemot, J.	Bilan du premier examen dentaire systématique radio-panoramique et clinique dans une grande entreprise française Med. Diss. Lyon (1973)
54) Präger	zitiert nach Pasler
55) Raper, H.R.	A new kind of X-ray examination for preventive dentistry Int. J. Orthodont. Radiol. 173, 275, 370, (1925)
56) Rajewsky, B.	Strahlendosis und Strahlenwirkung Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1956)
57) Regulla, D.F., Ricci, A. und Sonnabend, E.	Dosismessungen bei Panorama-Röntgenaufnahmen des Gebisses mit Thermoluminiszenzdosimetern Dtsch. zahnärztl. Z. 27: 14 (1972)
58) Rinderer, L.	Soziale Kinderzahnpflege heute Zahnärztl. Welt/Reform 79: 1048 (1970)

59) Ritter, W. — Zahnärztliches Röntgen im Kindes- und Jugendalter
Dtsch. Zahnärztebl. 22: 404 (1968)

60) Rollins — zitiert nach W. Ott

61) Rottke, B. — Die Bedeutung der Röntgenschichtuntersuchung für die Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Deutscher Zahnärztekalender 30: 101 (1971)

62) Rottke, B. und Sauermost, W. — Ein Beitrag zum Strahlenschutz in der zahnärztlichen Praxis
Dtsch. Zahnärztebl. 15: 273 (1961)

63) Ruhland, A. — Klinische Erfahrungen mit dem Orthopantomographen in der kieferorthopädischen Diagnostik
Dtsch. zahnärztl. Z. 27: 1005 (1972)

64) Russ, E. — Strahlenschutz im pädiatrischen Röntgenbetrieb
Kinderärztl. Praxis 12:362 (1957)

65) Schaaf, J. und Pfeifer, H. — Zahnaufnahmen und Gonadendosis
Zahnärztl. Welt/Reform 59: 177 (1958)

66) Schienbein, H. — Die Beschriftung zahnärztlicher Röntgenbilder
Quintess. 26: 131 (1975)

67) Schirmeisen, M. — Über den Wert von Röntgenuntersuchungen des Gebisses im Vergleich zur klinischen Befunderhebung bei Jugendlichen
Med. Diss. Düsseldorf (1967)

68) Schmuth, G.P.F. und Clar, E. — Die röntgenologische Lokalisation verlagerter Zähne mit dem Panorexverfahren
Dtsch. Zahnärztebl. 25: 159 (1971)

69) Schopf, P. — Die Panorama-Röntgenaufnahme des Orthopantomographen als Hilfsmittel der kieferorthopädischen Befunderhebung
Dtsch. Zahnärztebl. 23: 480 (1969)

70) Schwerin, Rudolph, Pilz — Über die Notwendigkeit einer wirksamen Begegnung der Gefahren der Röntgenpraxis in der Kinderzahnheilkunde
Dtsch. Stomat. 10: 684 (1960)

71) Setz, D. — Die Röntgendarstellung des Kieferbereiches mit dem Orthopantomographen
Zahnärztl. Welt 64: 204 (1963)

72) Simpson, C.O. — The technic of oral radiography
II. Auflage
The Mosby Comp. St. Louis (1928)

73) Sonnabend, E. — Die Strahlenbelastung des Patienten bei Röntgenaufnahmen der Zähne und Kiefer
Stoma (Heidelberg) 15: 186 (1963)

74) Sonnabend, E. — Strahlenexposition und Strahlenschutz
Dtsch. zahnärztl. Z. 22: 126 (1967)

75) Sonnabend, E. — Zur Dosis bei Panorama-Röntgenaufnahmen
Dtsch. zahnärztl. Z. 27: 984 (1972)

76) Sonnabend, E. — Die Dosis der Röntgenaufnahmen in der Kieferorthopädie und ihre Bedeutung für die Indikationsstellung
Fortschr. Kieferorthop. 37: 65 (1976)

77) Sonnabend, E. und Ring, A. — Die Bedeutung der Panoramadarstellung in der Zahnerhaltung und Parodontologie
Dtsch. zahnärztl. Z. 27: 965 (1972)

78) Updegrave, W.J. : The Role of Panoramic Radiography in Diagnosis
Oral Surg. 15: 1201, (1962)

79) Wieltschke, F. : Panorama-Röntgenaufnahmen mit dem Status-X-Gerät unter Verwendung des technischen Röntgenfilms "supervidox TF 13"
Dtsch. Stomat. 23: 295, (1973)

Für die Überlassung des Themas möchte ich Frau Prof. I. Hennis an dieser Stelle danken. Mein besonderer Dank gilt Herrn Doz. Dr. H. Schienbein für seine freundliche Unterstützung.

Meine akademischen Lehrer in Marburg waren die Damen und Herren Professoren und Dozenten:

Ahrens, Amon, Aziz, Baltzer, Bernhardt, Bode, Braasch, Castenholz, Dimroth, Friedrich, Haberich, Hennis, Hensel, Hering, Janke, Karlson, Klötzer, Koecke, Koransky, Lehmann, Ludwig, Maroske, Niemeyer, Petry, Richter, Rohen, Rupec, Schienbein, Schiff, Schmidt, Schmitz-Moormann, Schneider, Walcher, Wesemann

Lebenslauf

Am 29. 10. 1953 wurde ich als Sohn des Bauingenieurs Wilhelm Seeland und seiner Frau Anneliese in Landau/Pfalz geboren. Im Frühjahr 1959 wurde ich in die Horstschule Landau eingeschult und wechselte nach dem 4. Schuljahr in das staatliche altsprachliche Eduard-Spranger-Gymnasium in Landau über. Hier legte ich 1972 die Reifeprüfung ab. Im Wintersemester 1972 begann ich das Studium der Zahnmedizin an der Philipps-Universität Marburg und legte am 30. 8. 1973 die naturwissenschaftliche Vorprüfung, am 14. 3. 1975 die zahnärztliche Vorprüfung und am 20. 1. 1978 das Staatsexamen ab.
Zur Zeit bin ich Ausbildungsassistent in einer kieferorthopädischen Fachpraxis in Frankfurt am Main .

Citydruck · Haugerglacisstraße · 8700 Würzburg